PHYSICS
فیزیا

فوزی زکی هەناری



سیفەتەکانی مادە

MATERIAL PROPERTIES

التفسير



ROPERTIES OF MATTER

سیفەتەکانی ماددە



نوسەر

فەوزی زەکی هەناری

بڵاوکردنەوەی

نوسینگەی تەفسیر بۆ بڵاوکردنەوەو ڕاگەیاندن

نەخشەسازی ناوەوە

جمعە صدیق کاکە

خەت

نەوزاد کۆیی

بەرگ

زەردەشت کاوانی

نۆرە و ساڵی چاپ

یەکەم 1438 ك - 2017ز

تیراژ

1000 دانە

ROPERTIES OF MATTER

سیفەتەکانی ماددە

لە بەڕێوەبەرایەتی گشتی کتێبخانە گشتییەکان / هەرێمی کوردستان
ژمارەی سپاردنی (373) ی ساڵی 2016ی پێدراوە

نوسینگەی تەفسیر
بۆ بڵاوکردنەوەو ڕاگەیاندن
هەولێر - شەقامی دادگا - ژێر هوتێلی شیرین پالاس

/TafseerOffice

+964 750 818 08 66
www.al-tafseer.com
tafseeroffice@yahoo.com

ROPERTIES OF MATTER

سیفەتەکانی
مـــادده

نووسینی
فەوزی زەکی هەناری

پێشەكی

لەم چەند دە ساڵەی دوایی، خوێندن بە زمانی كوردی بە شێوەیەكی بەرفراوان لە قوتابخانەكان تا رادەیەكیش لە كۆلێژەكانیشدا كارپێكراوەو پەرەیسانددووە. لە ئاكامی ئەوەوە ئەم نەوانەی لەم ماوەدا ژیاوون و گەشەیان كردووە، نەیانتوانیوە بە باشی شارەزای زمانی عەرەبی بن، بۆیە ئەم نەوە نوێیەی قوتابیان ناتوانن سوودێكی تەواو لە سەرچاوە زانستیە عەرەبیەكان وەرگرن. وە كاتێك پەنا دەبن بۆ سەرچاوە زانستییە كوردیەكان، دڵنیام، تا رادەیەكی زۆر، لەبەر نەبوونی ئەم سەرچاوانە لە كتێبخانەكاندا تووشی نائومێدی دەبن و ناتوانن ئاستی زانیاری و فیكریان پەرەپێبدەن. بۆیە بە ئەركی خۆمی دەزانم و داواكارم لە ئەوانەی لە بواری زانستی بە توانان، با فریابكەون كاری وەرگێڕان و دانانی كتێبە زانستییە ئەكادیمیەكان بە زمانی كوردی بەجێبهێنن تا ئەم بۆشاییەی* لە كەمی كتێبە زانستیەكان پەیدابووە پڕبكەنەوە.

بەختیارم بە بەشداریكردنم لە یاریدەدانی قوتابیان، بە دانانی چوار كتێبی فیزیای گشتی بۆ چوار قۆناغەكانی پەیمانگەی كۆمپیوتەرو وەرگێڕانی كێتێبێك بەناوی كارەبایی ئاسانكراو و نووسینی كتێبی بنەماكانی میكانیك، وە هەروەها نووسینی ئەم كتێبەش كە لەبەردەستدایە (سیفەتەكانی ماددە)، هیوادارم پێداویستیەكانی هەواداران و قوتابیان لە بواری زانستی تا ڕادەیەك دابینبكات.

سوپاسی كارمەندانی مەریوان گرافیك (چاپخانەی شەهاب) دەكەم بەتایبەتی سوپاسی بەڕێز یونس عباس اسماعیل كە بە دڵێكی فراوان و پەرۆش وە بەكاراماییەكی بەرز هەڵساوە بە تایپكردنی ئەم كتێبە.

2016/8/3

فوزی زكی احمد

بسم الله الرحمن الرحيم

زانیارییە بنچینەییەکان

نزیککردنـــەوە: (*approximation*): زۆر جـار وەڵامـی راهێنانـەکان و ئـەنجامی بـڕە پێوراوەکـان لـە تاقیکردنـەوە کرداریەکانـدا بـە ژمـارە دەردەبـڕێن، ئـەم ژمارەش چەند رەنووسێکی واتایی (*significant digits*) لـەخۆدەگرێت. چەند ئەو دانانەی رەنووسەکانی ژمارەکە پێکدەهێنن زۆرتر بێت ئەوا ئەنجامی تاقیکردنەوەکە لە وردی و تەواوی نزیکتر دەبێتەوە، نزیککردنەوە ئەوەیە کە ژمارەیەك بە ژمارەیەکی سادەتری نزیك ئەو دەگۆڕدرێتەوە، ئەمەش دێتەدی بە لابردنی چەند دانە رەنووسێك لە ژمارەکەدا، بە پەیڕەوکردنی رێسایەك پێی دەگوترێ سووڕاندنەوە(*rounding off*). ژمـارەی دانـە ڕەنووسـە لادراوەکان دەوەستێتە سـەر ئـەو بڕیـارەی دەدرێت ئایـا چەنـد رەنـووس لاببرێت؟ یـان ئایـا ژمارەکـە بـۆ چەنـد رەنووسـی واتـایی یـان چەنـد خانەی دەیی، بۆ مەبەستێکی خوازراو، نزیك بکرێتەوە؟

نموونە: ئەگەر *2341* کەس لە پێشبڕکەیەکی تۆپی پێ ئامادە بووبن، ئـەوا ژمـارەی ئامادەبووەکـان بـە نزیکـی دەبێتـە *2300* کـەس (نزیکراوەتـەوە بـۆ نزیکتـرین سەد).

سـووڕاندنەوە (*rounding off*). رێسـایەکە پـەیڕەودەکرێت بـۆ نزیککردنـەوەی ژمارەیەك لە ژمارەیەکی تری نزیك ئەو.

رێساکە:

a)ئەگەر ئەخیر رەنووس لـە ژمارەکەدا کـە دەویسترێت لـە وەڵامەکـە لاببرێت یـەکێك لـەم رەنووسـانە (*0, 1, 2, 3, 4*) بێت، ئـەوا رەنووسـی پێشـتری وەك خـۆی دەهێڵدرێتەوە.

b)ئەگەر ئەخیر رەنووس لە ژمارەکەدا کە دەویستریت لە وەلامەکە لاببریت، یەکێك لەم رەنووسانە(5,6,7,8,9)بێت، ئەوا رەنووسی پێشتری بۆ رەنووسێکی تری دوای ئەو زیاد دەکریت.

نموونە:

ژمارە 1735 دەبێتە 1740 کاتێك بۆ نزیکترین 10 دەسووڕێندرێتەوە. ژمارە 1740 دەبێتە 1700 کە بۆ نزیکترین 100 دەسووڕێندرێتەوە، ژمارە 1700 دەبێتە 2000 کاتێك بۆ نزیکترین 1000 دەسوڕێندرێتەوە.

ژمارە 2.645 دەبێتە 2.65 کە بۆ دوو خانەی دەیی دەسووڕێندرێتەوە، ژمارە 2.65 دەبێتە 2.7 کە بۆ یەك خانەی دەیی دەسووڕێندرێتەوە. ژمارە 2.7 دەبێتە 3 کە بۆ ژمارەیەکی تەواو دەسووڕێندرێتەوە.

توانەکانی دە: powers of ten

زۆرتر گونجاو دەبێت کاتێك ژمارەیەکی وەك 1732000000 یان ژمارەیەکی وەك 0.00041 بە شێوەیەکی گونجاوتر پێی دەگوترێ بە هێماکردنی زانستی(scientific notation)بنووسرێت، بەپێی ئەم هێماکردنە، ئەم دوو ژمارەی لەسەرەوە نمایشکراون بەم شێوانەش نمایش دەکرێن.

1.732×10^9 ، 4.1×10^{-4}. بە گشتی هەر ژمارەیەك بێت، دەتوانرێت بە ژمارەیەکی کەمتر لە 10 دەربرێت ئینجا جاران توانی 10 بکرێت. سەرنج بدە.

$$621=6.21\times10^2 , 86435 = 8.6435\times10^4$$

کەواتە:

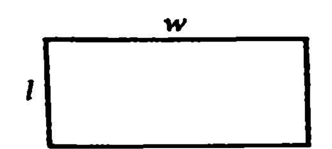
a)ئەگەر فاریزەی دەیی (پۆینتی دەیی decimal point) لە ژمارەیەکدا n خانە بەرەو لای چەپ بجوولێنرێت، ئەوا دەبێ ژمارەکە لە 10^n بدرێت بۆ ئەوەی گۆڕانکاری بەسەردا نەهێت.

$$96400=9.64\times10^4 , 2630000000 = 2.63\times10^9$$

b)ئەگەر فاریزەی دەیی (پۆینتی دەیی) لە ژمارەیەکدا n خانە بەرەو لای راست بجوولێنرێت ئەوا دەبێ ژمارەکە لە10^{-n} بدرێت تاکو بەهای ژمارەکە نەگۆڕێت.

$$0.00035 = 3.5\times10^{-4}\ ,\ 0.00000671=6.71\times10^{-6}$$

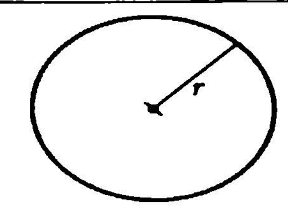
رووبەرو قەبارەی هەندێك لە شێوە ئەندازەیەکان:



(رووبەر) area $= lw$

(چێوە) perimeter $= 2(l + w)$

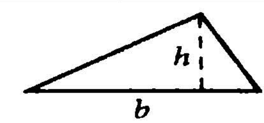
rectangle لاکێشە



(رووبەر) area $= \pi r^2$

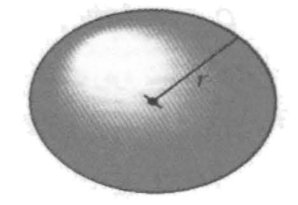
(چێوە) circumference $= 2\pi r$

circle بازنە



area $= \frac{1}{2}bh$

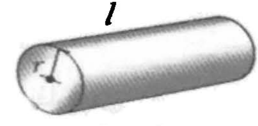
triangle سێگۆشە



(رووبەری روو) surface area $= 4\pi r^2$

(قەبارە) volume $= \frac{4}{3}\pi r^3$

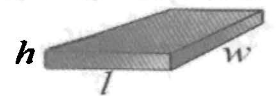
sphere گۆ



surface area $= 2\pi r^2 + 2\pi rl$

volume $= \pi r^2 l$

cylinder لوولە



surface area $= 2(lh + lw + hw)$

volume $= lwh$

rectangular box لاکێشەکانی تەریبی

M	مەتر
Kg	کیلۆگرام
S	چرکە
K	کالڤن
A	ئەمپێر
mol	مۆل
Cd	مۆم (candle)

یەکە بنەڕەتیەکانی پێوان لە نیزامی نێودەوڵەتی (SI).

یەکـەی پێـوانی هێـز: بـڕی هێـز بـە یەکەیـەك دەپیورێـت پێـی دەگـوترێ نیوتن(N).

نیـوتن: ئـەو بـڕە هێزە کێشـکردنەیە کـە زەوی دەیخاتـە سـەر تـەنێك بارستەکەی $\frac{1}{9.8}\ kg$ بێت لە ئاستی دەریاو لە هێڵی پانی 45^o باکوور.

لـەم پێناسـەوە دەردەکـەوێت، ئـەو تەنـەی بارسـتەکەی $1kg$ بێـت، زەوی بـە هێـزی $9.8\ N$ (نیوتن) رایدەکێشێت.

بـە هێـزی کێشـکردنی زەوی لەسـەر تـەنێك دەگـوترێ کـێش weight ئـەم تەنـە. کەواتە تەنێك بارستەکەی ($1kg$)بێت، کێشەکەی دەبێتە $9.8N$.

نـموونـە:

ئەگەر بارستەی هەندێك ئاو 2 کگم بێت، ئایا کێشەکەی چەندە.

وەڵام:

کێش =بارستە × 9.8

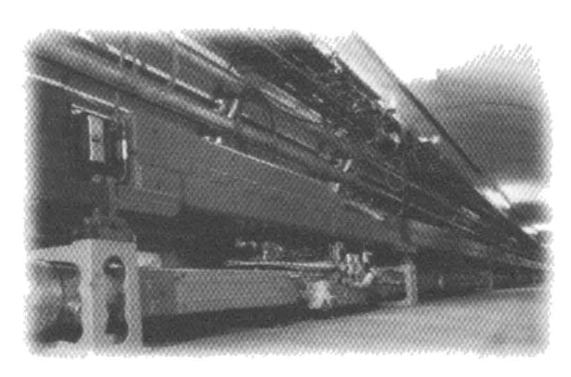
$$= 2kg \times 9.8 \frac{N}{kg} = 19.6\ N$$ (نیوتن)

پێناسـەی داین dyne :- ئەو بڕە هێزە کێشـکردنەیە کە زەوی دەیخاتـە سـەر تەنێك بارستەکەی $\frac{1}{980}$ گرام بێت لە ئاستی دەریاداو لە هێڵی پانی 45^o باکور.

لـەم پیناسـەوە ڕووندەبێتـەوە کـە ئـەو تەنـەی بارسـتەکەی یـەك گرامـە کێشـەکەی 980 داینە.

بەشی یەکەم — Chapter 1

پێکهاتەی گەردی مادده
Molecular Structure of Matter



پێش سەدان ساڵ زاناو فەیلەسووفەکان، بە بیرکردنەوەو ژیربیژی، گەیشتوونەتە ئەم ئەنجامە کە مادده لە تەنۆلکەی زۆر بچووك پێکهاتووە پێیان گوتووە ئەتۆم، مانای پارچە ناکرێت، کەچی لە سەرەتاکانی سەدەی بیستەم دیارکەوت کە ئەتۆمیش لە ناوك بەدەوریدا ئەلکترۆن دەستوورێنەوە پێکهاتووە. ناوکیش لە پرۆتۆن و نیوترۆنی بەیکلکاو پێکهاتووە. ئەم وێنەی سەرەوەش بەشێکی تونێلە تاودەرەکەی (فێرمیلاب)ە، لە شیکاغۆ، تونێلێکی بازنەیی تیرە ($1.9km$)ە، بواری کارەبایی و موگناتیسی بۆ تاودانی تەنۆلکە بارگاویەکان وەك پرۆتۆن و دژە پرۆتۆن بۆ خێراییەك نزیکی خێرایی رووناکی بەکاردەهینرێن، ئینجا رووبەڕوو بە یەکتری دادەڕین بۆ مەبەستی شکاندنیان و دۆزینەوەی ئەو تەنۆلکانەی پرۆتۆنی لێپێکهاتووە.

لەم بەشەدا پێکهاتەکانی ماددەو گەردو ئەتۆم و پرۆتۆن و نیوترۆنەکان دەخوێنین، لە ئەو هێزانەی بەیەکتریەوە دەیانبەستێت دەکۆڵینەوە، لە مانای مۆڵ و ژمارەی ئۆڤۆگادرو دەگەین، شێوە بەللوریەکانی مادده پیشاندەدەین.

بەشی یەکەم
پێکهاتەی گەردی مادده
Molecular Structure of Matter

(1-1) مادده:

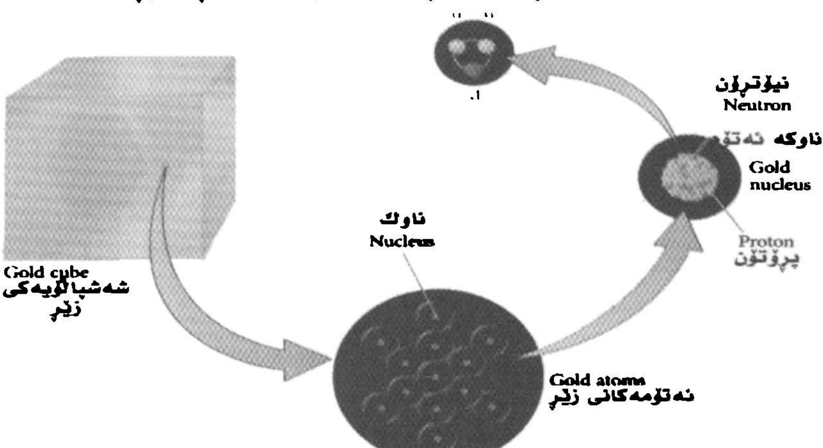
مادده هەر شتێکە لە گەردووندا، بارستەی هەبێت، وەك بەرد، ئاو، هەوا، خوێی چێشت، ئاسن، ئەلەمنیۆم، ئۆکسجین... هتد، زاناکان زۆر لە کۆنەوە بیریان لە ئەوە کردۆتەوەو هەردەم پرسیاریان کردووە، ئایا ماددەکان لە چی پێکهاتوون و چۆن بیناکراون؟ بۆ ئاشکراکردنی ئەم تەنۆلکە بنەڕەتیانەی کە دەبن بە بناغەی بیناکردنی جەستەی ماددەکان، وێنە (1-1) دەخەینەڕوو و سەرنجی بدە، کە لە وێنەکەدا کیلۆگرامێك زێڕ (*gold*) لە شێوەی شەشپاڵوو درێژی لایەکی (*3.73cm*)ە پیشاندراوە، با ئەم پرسیارە بکەین ئایا ئەم شەشپاڵووە لە لایەکیەوە بۆ لایەکەی دی هەمووی هەر زێڕەو هیچ بۆشایی تێدانیە؟... کاتێك ئەم شاشپاڵووە دەکەین بە دوو پارچە، ئەوا هەر پارچەیەکیان سیفەتی کیمایی زێڕیان تیدا دەمینێت، بەڵام ئەگەر لەسەر پارچەکردن بەردەوام بین ئایا پارچە هەرە بچووکەکە هەر سیفەتەکەی خۆی (زێڕ) دەپارێزێت کە زێڕە؟

وەڵامدانەوەی ئەم پرسیارە بۆ زەمانی فەیلەسووفە گریکەکان دەمانگەڕێنێتەوە، دووان لەم فەیلەسووفانە، لیوسیپوس *Leucippus* و دیموکریتوس *Democritus* ئەو فیکرەیان قبوڵ نەدەکرد کە کرداری ئەم پارچەکردنە هەتا هەتایی بەردەوام دەبێت، دەیانگوت دەبێ ئەم کرداری پارچەکردنە بە تەنۆلکەیەکی بەتەنیا کۆتایی بێت و هیچی تر ناتوانرێت بشکێندرێت و لەسەر پارچەکردنی بەردەوامبین، بە ئەم تەنۆلکە نەشکێندراوانە دەگوترێ ئەتۆم، بە زمانی گریك ئەتۆمۆس *atomos* بۆ زمانی ئینگلیزی پەڕیتەوە.

بەپێی فیکرەی گریکەکان، ماددە لە تەنۆلکەی زۆر بچووك پێکهاتووە، ناتوانرێت زیاتر بە پارچەبکرێن پێیان دەگوترێ ئەتۆم (گەردیلە *atom*).

لە ساڵی 1897، تۆمسۆن *J.J. Thomson* ، هەبوونی ئەلیکترۆنی خستەڕوو، وای دانا کە بەشێکە لە پێکهاتەی ئەتۆم، توانی مۆدێلێکی سەرەتایی بۆ ئەتۆم دابڕێژێت، دوای ئەمە لە ساڵی 1911، هەبوونی ناوك (*neucleus*) ئاشکراکراو مۆدێلێکی نوێتر بۆ ئەتۆم خستراڕوو.

بەپێی ئەم مۆدیلە، ئەتۆم (گەردیلە) لە ناوکێکی مەرکەزی پێکهاتووە، بە دەوریدا لە خولگەی جیاجیای دیاریکراودا ئەلیکترۆنی بارگە سالیب دەسووڕێنەوە، دوای ئەوەی ئەم هەیکەلە بۆ ئەتۆم دانرا.



وێنە (*1-1*). ئاستەکانی دامەزراندن لە ماددەکاندا، ماددەی ئاسایی لە ئەتۆمان پێکهاتووە، لە چەقی هەر ئەتۆمێکدا ناوکێکی سفت هەیە لە پرۆتۆنان ونیۆترۆنان پێکهاتووە، پرۆتۆنەکان و نیوترۆنەکانیش لە کوارکان *quarks* پێکهاتوون.

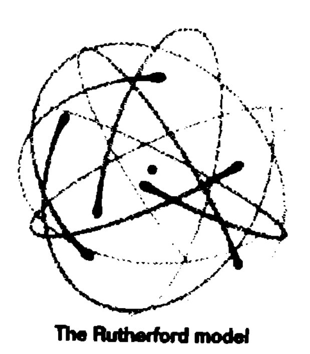
ئەم پرسیارە هاتە پێش، ئایا ناوکیش پێکهاتەی هەیە؟ ئایا تەنها یەك تەنۆلکەی سفتە؟ یان لە کۆمەڵێك تەنۆلکەی دی پێکهاتووە؟

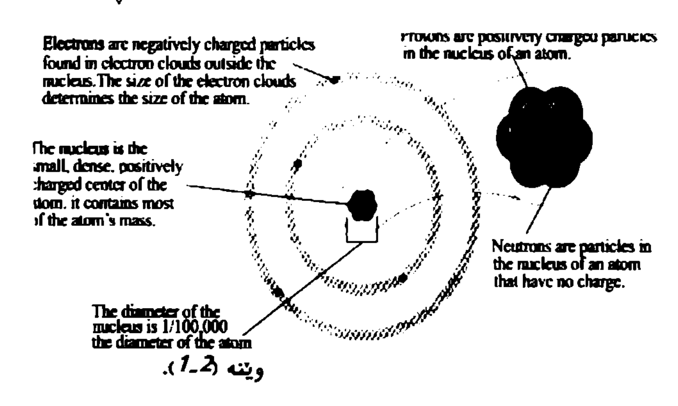
لە راستیدا تا ئێستاش هەموو پێکهاتەکانی ناوك بە تەواوی ئاشکرانەکراون. لە ساڵی *1932* زاناکان گەیشتن بە دەرئەنجامێك کە ناوکیش بۆ خۆی لەدوو جۆرە تەنۆلکە، پرۆتۆن (*Proton*) و نیوترۆن (*Neutron*) پێکهاتووە. پرۆتۆن بە بارگەی کارەبایی مووجەب بارگاویە. لە ساڵی *1932* هەبوونی نیوترۆن بە

دڵنیایی سەلمێندرا، دیارکەوت، نیوترۆن بارگەدار نیە، بارستەی نیوترۆن و پرۆتۆن بە نزیکی یەکسانن و دەکاتە $1.67\times10^{-27}kg$. یەکێك لە سوودەکانی هەبوونی نیوترۆنەکان لە ناوکەکاندا ئەوەیە کە وەك چرێشێك (صمغ) کاردەکات تەنۆلکەکانی ناوکی ئەتۆم بە یەکتریەوە دەگرێت و دەیانبەستێتەوە.

ئەگەر نیوترۆنەکان نەبوان ئەوا هێزی رەوێنەوەی (تنافر) کارەبایی لە نێوان پرۆتۆنە بارگە موجەبەکان ناوکەکەی هەڵدەوەشاندەوە.

هەتا ئێرە بەو ئەنجامە گەیشتووین کە ماددەکان لە تەنۆلکەی بچووك پێکهاتوون، پێیان دەگوتری ئەتۆم (گەردیلە)، ئەتۆمیش لە ناوکێکی بارگە موجەب و چەندی ئەلیکترۆنێکی بارگە سالیب بە دەوریداو لە خولگەی دیاریکراودا دەسورێنەوە پێکهاتووە. ناوکیش دوو جۆرە تەنۆلکەی تێدایە، پرۆتۆن و نیوترۆن وێنە (1-2).





وێنە (1-2).

a: لە ئەتۆمدا، ئەلیکترۆنەکان بە دەوری ناوك سوڕدەدەن بەڕێگایەك دەشوبهێنە سووڕانی هەسارەکان بە دەوری رۆژدا.

b: بەشەکانی ئەتۆم

ئێستاکە بە رووی ئەم پرسیارە دەبینەوە. ئایا دەتوانرێت پرۆتۆن و نیوترۆن بشکێندرێن و بەپارچەبکرێن؟

لێکۆڵینەوەو تاقیکردنەوە پێشکەوتووەکان دەریانخستووە کە زیاتر لە 200 تەنۆلکەی دی ژێر تەنۆلکەکانی ناوك *subneuclions* لە سروشتدا هەن، زاناکان زۆرترینیانی پۆلینکردوون و سیفاتەکانیانی دیاریکردوون، لە لێکۆڵینەوەی زاناکاندا دیاردەکەوێت کە ماددە دروستکراوە لە شەش تەنۆلکەی جۆری لیپتۆن *Leptons* و شەش تەنۆلکەی جۆری کوارك *quarks* لەگەڵ دوازدە دژە تەنۆلکەش

antiparticles کـە هەریـەك لـەم دژە تەنۆلکانـە بەرامبـەر بـە هەریـەکێك لـە لیپتۆنەکان و کوارکەکان، شەش کوراکەکە ئەم ناوانەیان پێ دراوە (*top, bottom, charmed, strange, down, up*). واتە سەرو، خوارو، قەشەنگ، غـەریب، بـن، لووتکە، کوارکەکانی سەرو قەشەنگ و لووتکە بارگاوین بە بـڕی ($+\frac{2}{3}$)ی بارگـەی پرۆتـۆن، کەچی کوارکـەکانی خـوارو، غـەریب، بـن، بـە بـڕی ($-\frac{1}{3}$)ی بارگەی پرۆتۆن بارگاوین.

لە ئەنجامی تاقیکردنەوە، لە تاقیگەکانی تاودانی تەنۆلکە بارگاویەکاندا، تواندرا هەر یەك لە پرۆتۆنەکان و نیوترۆنەکان بشکێنن، سەلماندرا کە پرۆتۆن پێکهاتووە لـە دوو کوارکی جۆری سەرو (*up*) و کوارکێکی جۆری بن (*down*). کەواتە:

$$\text{بارگەی پرۆتۆن} = q(u\ u\ d) = (+\frac{2}{3}) + (+\frac{2}{3}) + (-\frac{1}{3}) = 1$$

ئەمەش تەواوی بارگەی پرۆتۆنە. وە بارگـەی نیـوترۆن لـە دوو کوارکی جۆری خوار (*d*)و کوارکێکی سەرو(*u*) پێکهاتووە.

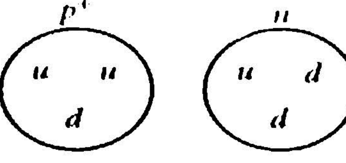
$$\text{بارگەی نیوترۆن} = q(d\ d\ u) = (-\frac{1}{3}) + (-\frac{1}{3}) + (+\frac{2}{3}) = 0$$

کۆی ئەم بڕە بارگانـە، نیـوترۆن بێ بارگـە دەهێڵێتـەوە. بـە ئـەم شێوە هۆی بێ بارگەیی نیوترۆن لێکدەدەینەوە، وێنە (*1-3*).

بزانە کە فیزیای تەنۆلکەکان بوارێکی فراوانە بۆ لێکۆڵینەوەو پەرەپێدانی خوێندن و دەستکەوتنی بڕوانامەی بەرز.



b: ناوکی ئەتۆم وا دێتە پێش چاو وەك هێشووێکی سفتی پرۆتۆنان و نیوترۆنانی شێوە گۆیی بێت. ئەم وێنەیە تەنها نواندنە، لە راستیدا ئەو تەنۆلکانەی ناوك پێکدەهێنن، بەشێکی زۆر کەم لە قەبارەی ناوکەکە داگیردەکەن، لەیەکتری دوورن و لە جوولەی خێرادان.



وێنە (*1-3*)

a: پرۆتۆن سێ کوارکی (*u,u,p*) تێدایە. نیوترۆن سێ کوارکی (*u,d,d*) تێدایە.

(1-2) ئەتۆمەکان

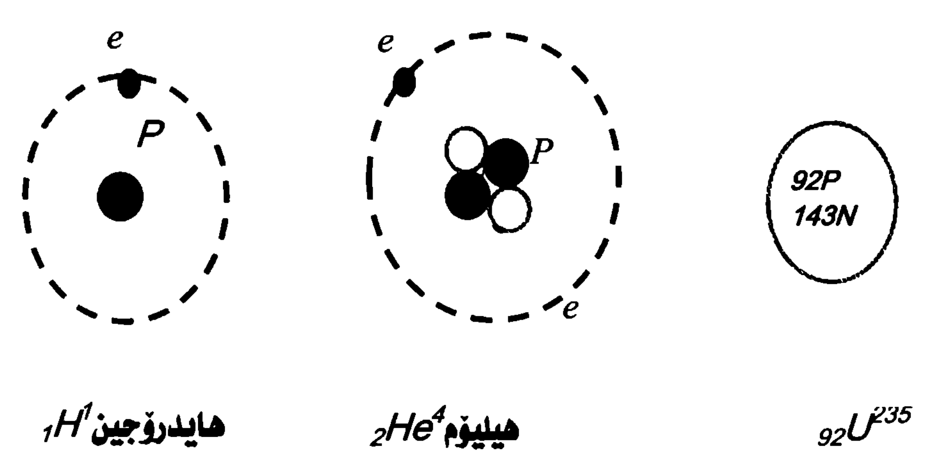
-تا ئێستاکە بەهەزاران جۆری ماددەی جیاجیا لە جیهانی راستەقینەدا ئاشکراکراوون، کاتێك ئەم ماددانە دەشکێندرێن بۆ پێکهاتە بچووکەکانیان، دەبینین هەر ماددەیەکیان یان لەیەك جۆرە ئەتۆم یان لە چەند جۆری جیاجیای ئەتۆمەکان بیناکراوە، ئەو ماددانەی پێکهاتەکانیان هەمان جۆری ئەتۆمە" پێیان دەگوترێ توخمەکان*elements*، وە ئەوانەی لە زیاتر لەیەك جۆر ئەتۆم پێکهاتوون پێیان دەگوترێ ئاوێتەکان یان تێکەڵەکان *compounds or mixtures*. ئاسن، مس، ئەلەمنیۆم، جیوە، هایدرۆجین، هێلیۆم نموونەی توخمەکانن، کەچی ئاو، خوێ، مسی زەرد، (*brass*) تەختەدار، هەوا، نموونەی ئاوێتەو تێکەڵەکانن.

-لە گەردووندا نزیکی*100* جۆرە توخمی کیمیایی هەن، جیاوازی توخمەکان لە یەکتری بۆ جیاوازی ژمارەی پرۆتۆنەکان لە ناوکەکانی گەردیلەکانی ئەم توخمانە دەگەڕێتەوە، ژمارەی پرۆتۆنەکان لە ناوکی گەردیلەی هەر توخمێکدا جۆری توخمەکە دیاردەکات، بە وتەیەکی تر، جۆری توخم بە ژمارەی پرۆتۆنەکان بەندە، کاتێك ژمارەی پرۆتۆنەکان دەگۆڕێت، توخمەکە لە جۆرێکەوە بە جۆرێکی تر دەبێت. ناوکی گەردیلەی هایدرۆجین*1* پرۆتۆنی تێدایە، ناوکی گەردیلەی هیلیۆم *2* پرۆتۆن و*2* نیوترۆنی تێدایە. وەهی ئەلەمنیۆم *13* پرۆتۆن و*14* نیوترۆنی تێدایە وە هی یۆرانیۆم *92* پرۆتۆن و*143* نیوترۆنی تێدایە... بە دەوری هەر ناوکێك ژمارەیەك ئەلیکترۆنی بارگە سالیب یەکسان بە ژمارەی پرۆتۆنەکان لە خولگەی جیاجیای سنووردار دەسووڕێنەوە.

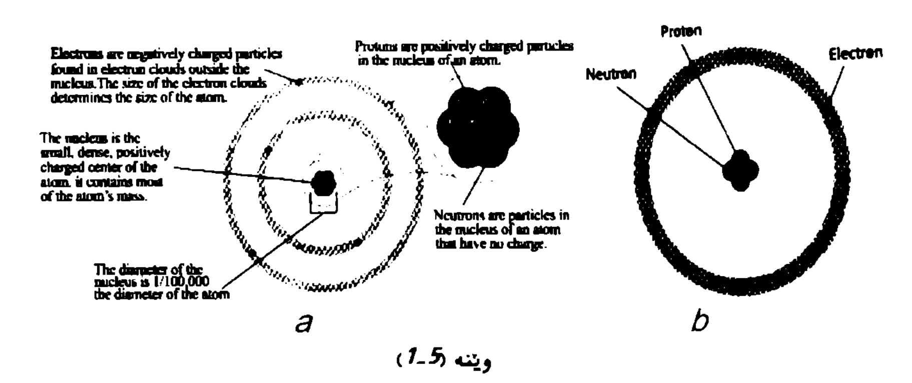
ژمارەی ئەتۆمی (*atomic number*)، *Z* : ژمارەی پرۆتۆنەکانە لە ناوکی هەر ئەتۆمێکدا. ژمارەی ئەتۆمی دەکاتە ژمارەی ئەلیکترۆنە سووڕاوەکان بە دەوری ناوك لە ئەتۆمێکی هاوسەنگ دا.

ژمارەی بارستەیی، (*atomic mass*)، *A*: دەکاتە ژمارەی پرۆتۆنەکان زائد ژمارەی نیوترۆنەکان لە ناوکی هەر ئەتۆمێکدا. ($A=Z+N$)، ($N=$ ژمارەی نیوترۆنەکان).

زۆر جار هێمای کیمیایی هەر توخمێك وا دەنووسرێت کە ژمارەی ئەتۆمی و ژمارەی بارستەیی لەگەڵدا بیت. ژمارەی ئەتۆمی لەلای چەپی خوارەوەی وە ژمارەی بارستە لەلای راستی سەرەوەی هێماکە دەنووسرێن، وەك: $_{92}U^{235}$, $_{2}He^{4}$, $_{1}H^{1}$. وێنە (1-4)، (1-5).



وێنە (1-4) ئەتۆمەکانی چەند توخمێك



وێنە (1-5)

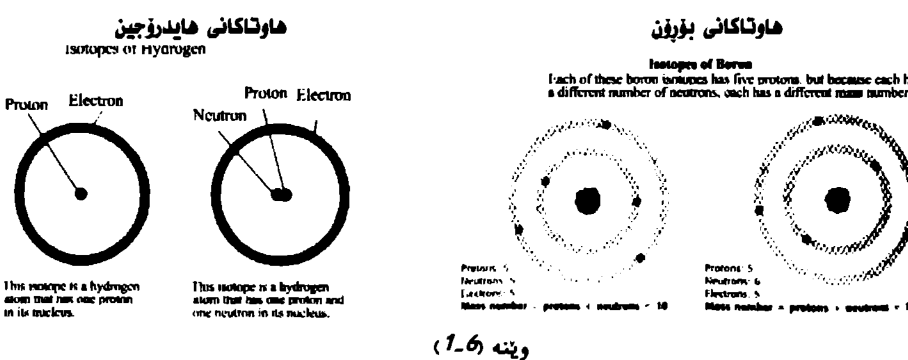
a پێکهاتەی ئەتۆم

b پێویستە ناوکی هیلیۆم، نیوترۆنی تێدابێت بۆ ئەوەی پرۆتۆنەکان لە یەکتر نەڕەونەوە.

هاوتاکان Isotopes

ئەو ئەتۆمانەن کە ژمارەی بارستاییان جیاوازو ژمارەی ئەتۆمیان یەکسانەو سەر بە هەمان توخمن.

هاوتاکانی هایدرۆجین ئەمانەن: هایدرۆجین $_1H^1$ (1 پرۆتۆن و نە نیوترۆن)، دووتێریۆم $_1H^2$ (1 پرۆتۆن و 1 نیوترۆن)، تریتیۆم $_1H^3$ (1 پرۆتۆن و 2 نیوترۆن). وێنە (1-6).



وێنە (1-6)

a) $_1H^2, _1H^1$ هاوتاکانی هایدرۆجین — b) $_5B^{11}, _5B^{10}$ هاوتاکانی بۆرۆن

تاکو بێتە پێش چاوت کە ئەتۆمەکان تا چ ڕادەیەك بچووکن. ئەوا بارستەو تیرەی ئەتۆمی سووکترین توخم و توخمیکی قورس دەخەینە بەرچاو.

$$\text{هایدرۆجین } _1H^1 \begin{cases} \text{بارستە} = 1.67 \times 10^{-27} kg \\ \text{تیرە} = 1 \times 10^{-10} m \end{cases}$$

$$\text{پلۆتۆنیۆم } _{94}Pu^{244} \begin{cases} \text{بارستە} = 3.9 \times 10^{-25} kg \Rightarrow 4 \times 10^{-25} kg \\ \text{تیرە} = 6 \times 10^{-10} m \end{cases}$$

1-3) گەردەکان molecules

یەکێك لە سیفاتە هەرە گرنگەکانی ئەتۆمەکان ئەوەیە، کە توانایان هەیە لە دووریەکی دیاریکراوەوە لە یەکتری کاربکەن، هەندێ ئەتۆم کاتێك لە یەکتری نزیکدەبنەوە، یەکتری کێشدەکەن attraction، لەکاتیکدا ئەوانی تر لەیەکتری دەڕەونەوە repulsion. کاتێك دوو ئەتۆم یان زیاتر لە نزیکبوونەوەیاندا هێزی

کێشکردن لە نێوانیاندا پەیدابێت، ئەوا ئەم ئەتۆمانە بەسەر یەکتری کۆدەبنەوەو گەرد molecules پێکدەهێنن، کەواتە گەرد کۆبوونەوەیەکی ئەتۆمانە بە چەند چەشنە بۆندێك (bonds) بەیەکتریەوە لکاوون. هەر کە گەردیش پەیدا دەبێت ئەوا بە ئەو لاو ئەم لا دەجولێت وەك تاکە تەنۆلکەیەك لە حاڵەتە فیزیاییە جیاجیاکاندا رەوشتدەکات.

گەرد لەوانەیە لە هەر ژمارەیەك لە ئەتۆمەکان پیکهاتبێت، ئەو گەردانەی یەك یان دوو یان سێ ئەتۆمیان هەیە پێیان دەگوترێ گەردە یەکانیەکانە monatomic molecules و گەردە دووانیەکان diatomic molecules و گەردە سێیانیەکان triatomic molecules یەك لەدوای یەك.

سەرەڕای ئەمانەش گەردی وەها هەیە لە زۆر ئەتۆم پێکهاتووە پێیان دەگوترێت گەردە فرە ئەتۆمەکان polyatomic molecules. وێنە (1-7).

وێنە (1-7).
هێلکاری کەمێك لە گەردە باوەکان.
ڕیزی یەکەم: گەردە یەکانیەکان.
He, Ne
ڕیزی یەکەم: گەردە دوانیەکان.
H_2, N_2 , O_2, Co , HCL
ڕیزی دووەم: گەردە سێیانیەکان.
O_3 , Co_2 , H_2O , HCN
ڕیزی سێیەم: گەردە فرە ئەتۆمەکان

1-4) مۆڵ و ژمارەی ئەڤۆگادرۆ The Mole and Avogadro's Number

هەرچەندە لە بابەتەکانی کیمیادا ئەم دوو زاراوەت خوێندوە، بەڵام گرینگیەکی زۆریان بۆ روونکردنەوەی لێکۆڵینەوەکان دەربارەی یاساکانی گازەکان هەیە، بۆیە جارێکی تر دەیانخەینەڕوو بۆ ئەوەی باشتر تێیانبگەی.

ئەو یەکەی پێی دەگوترێ مۆڵ (mol)، پێوەرێکە بۆ ژمارەی تەنۆلکەکان. مۆڵ بە ژمارەی ئەو ئەتۆمانە دەگوترێت کە لە (12g) گرام کاربۆن-12 هەیە. ئەم ژمارەش دەکاتە 6.022×10^{23}، ئەتۆمی کاربۆن. ((کاربۆن 12 یەکێکە لە هاوتاکانی کاربۆن هەندێکیان ئەوانەن.

$((..., {}_6C^{15}, {}_6C^{14}, {}_6C^{13}, {}_6C^{12}$

مۆڵ: مۆڵێکی هەر ماددەیەك ئەو بڕەیە لە ماددەکە کە ژمارەیەك تەنۆلکەی تێدایە یەکسانە بە ژمارەی ئەو ئەتۆمانەی لە $12g$ کاربۆن-12 دا هەیە.

زۆر جار لە جیاتی مۆل کیلۆمۆڵ بەکاردێت ($kmol$)، ئەمەش ئەو بڕەیە لە هەر ماددەیەك کە ژمارەیەك تەنۆلکەی تێدایە بە قەدەر ژمارەی ئەو ئەتۆمانەی کە لە$12kg$ کیلۆگرام کاربۆن-12 دا هەیە، لەم پێناسانەوە دیاردەکەوێت کە بارستە مۆلی کاربۆن -12، واتە بارستەی یەك مۆل کاربۆن-12 دەکاتە $12kg/kmol.$ یان $.12g/mol$

ژمارەی ئۆڤۆگادرۆ (N_A) دەکاتە ژمارەی ئەو تەنۆلکانەی کە لە یەك مۆڵی هەر ماددەیەکدا هەیە. وە دەکاتە 6.022×10^{23} تەنۆلکە بۆ هەر مۆڵێك. وە دەکاتە 6.022×10^{26} تەنۆلکە بۆ هەر کیلۆمۆڵێك.

سەرنجبدە کە زاروەی مۆڵ و ژمارەی ئۆڤۆگادرۆ بۆ هەموو جۆرە تەنۆلکەیەك بەکاردێن، بۆ نموونە یەك مۆل شەکر 6.022×10^{23} گەردی شەکری تێدایە. وە یەك مۆل کاربۆن، 6.022×10^{23} ئەتۆمی کاربۆنی تێدایە وە یەك مۆل گەنم، $N_A=\ 6.022\times10^{23}$ دەنکە گەنمە، وە مۆڵێکی تۆپی تێنس، $N_A=\ 6.022\times10^{23}$ تۆپی تێنسی تێدایە، لەو نموونانەوە دەردەکەوێت کە مۆل پێوەری بارستە نیە بەڵکو پێوەرێکە بۆ ژمارەی هەر شتێك. (بێ گومان ئێمە مۆل بەکاردەهێنین کاتێك مامەڵە لەگەڵ ئەو تەنۆلکانە دەکەین کە قەبارەکانیان وەك هی گەردو ئەتۆمەکانە.

بارستە مۆلی: (M) $molar\ \ mass$ یان بارستە ئەتۆمی (یان گەردی). $Molecular\ (or\ atomic)\ mass$

بارستە مۆلی: هەر ماددەیەك بریتیە لە بارستەی یەك مۆل لەو ماددەیە بە کیلۆگرام، بۆ نموونە، بارستەی یەك کیلۆمۆل لە ماددەی کاربۆن-12 بەرامبەرە بە $12kg$ کاربۆن، کەواتە بارستە مۆلی کاربۆن-12 (M) دەکاتە $12kg/kmol$. بە هەمان شێوە نرخی M بۆ ئەتۆمەکانی هایدرۆجین دەکاتە $1kg/kmol$ و بۆ گەردەکانی نایترۆجین N_2 $.M=28kg/kmol$

بارستە نەگۆڕی ئەتۆمی یەکخراو(u) (یەکەی بارستە ئەتۆمی یەکخراو): unified atomic mass unit: دەکاتە بارستەی ئەتۆمێکی کاربۆن-12 دابەش 12. نرخەکەی لە سیستەمی SI دەبێتە $1u=1.66\times10^{-27}kg$.

نموونە:

بارستە مۆلی نیکل 58- دەکاتە $57.94kg/kmol$، بارستەی ئەتۆمێکی ئەم نیکلە چەندە؟

شیکار:

دەزانین کە $57,94kg$ لە نیکل N_A (6.022×10^{26})ئەتۆمی تێدایە، کەواتە بارستەی یەك ئەتۆمی نیکل دەبێتە:

$$\text{بارستەی یەك ئەتۆم نیکل}=\frac{M}{N_A}=\frac{57.94kg/kmol}{6.022\times10^{26}\,atom/kmol}=9.6\times10^{-26}kg/atom$$

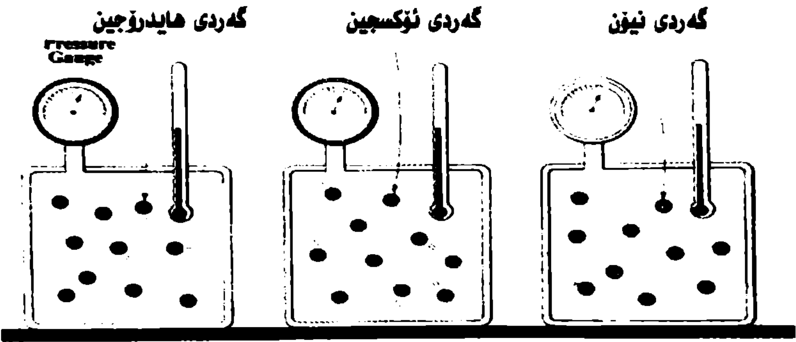
نموونە:

(1)بارستە مۆلی کاربۆن-12 دەکاتە $12kg/kmol$ و بارستە نەگۆرە ئەتۆمیەکەی دەکاتە $1.66\times10^{-27}kg$، ئایا ژمارەی ئەتۆمەکانی کاربۆن -12 لە یەك مۆلدا چەندە.

شیکار:

$$\text{بارستەی یەك ئەتۆمی کاربۆن-12}=12\times1.66\times10^{-27}kg=19.92\times10^{-27}kg$$

$$\text{ژمارەی ئەتۆمەکانی کاربۆن-12 لە یەك مۆلدا}=\frac{12}{19.92\times10^{-27}}=6.02\times10^{26}/kmol$$
$$=6.02\times10^{23}/mol$$



وێنە (1-8): پرنسیپلی ئۆڤۆگادرۆ، قەبارە یەکسانەکان لە هەموو گازەکان، لە هەمان پلەی گەرمی و پەستاندا هەمان ژمارەی گەردیان تێدایە.

1-5) هێزە ئەتۆمیەکان Atomic Forces

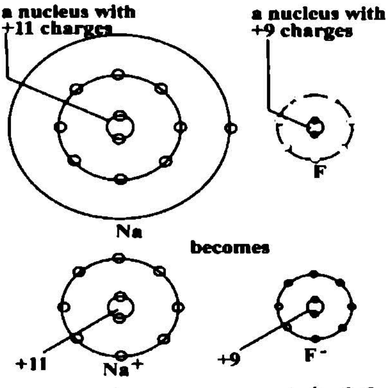
لە سروشتدا، هەندێك تۆخم لە ئەتۆمی سەربەخۆ پێکدێن، بۆ نموونە گازە سستەکان وەك نیۆن و هیلیۆم پێکهاتنیان ئەتۆمیە، کەچی پێکهاتەی زۆرترین توخمەکانی دی گەردین، هەر گەردێکیش لە دوو یان زیاتر لە ئەتۆمی بە یەکتری بەستراو پێکهاتووە، بۆ نموونە پێکهاتەی هایدرۆجین و ئۆکسجین گەردیە، هەر گەردێك لە گەردەکانی هایدرۆجین یان ئۆکسجین لە دوو ئەتۆمی بەیەکتری بەستراو پێکهاتووە. ئەم بەستنەوەش لە ئەنجامی هێزی کێشکردن لە نێوان ئەتۆمەکان روودەدات بەهۆی کاریگەری ئالوگۆڕی نێوان بارگە موجەبەکان و بارگە سالیبەکاندا، بە ئەم هێزە بەیەکتری بەستنەوەی ئەتۆمەکان لە هەر جۆرە ماددەیەکدا، دەگوترێ بۆند *bond*. ئێستاکەش ئەو هێزانەی ئەتۆمەکان بەیەکتری دەگرێت (جۆرەکانی بۆندەکان) دەخەینەڕوو.

1) بۆندی ئایۆنی Ionic bonding

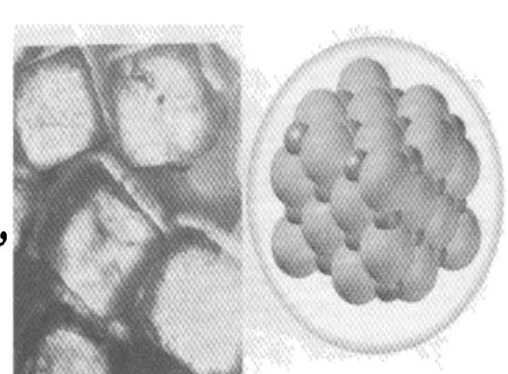
ئەو تاکە ئەلیکترۆنەی لە خولگەی سێیەمی ئەتۆمی سۆدیۆم، قەحیم بە ناوکەوە نەبەستراوە، بە ئاسانی لێی جودادەبێتەوەو ئەتۆمەکەش دەبێتە ئایۆنێکی موجەبی سۆدیۆم، Na^+، لە لایەکی ترەوە، دووەم خولگەی ئەتۆمی فلۆرین حەوت ئەلیکترۆنی تێدایە، پێویستی بە ئەلیکترۆنێکی دی هەیە تاکو ئەم خولگەیە پڕبکاتەوەو ببێت بە ئەتۆمیکی جێگیر، ئەگەر وەها رێککەوت کە ئەم ئەتۆمەی فلۆرین، لە ئەتۆمە سۆدیۆمەکەی باسمانکرد ئەلیکترۆنیك وەرگرێت، ئەوا دەبێتە ئایۆنێکی فلۆرینی سالیب F^-، ئەم دوو ئایۆنەی Na^+, F^- کارەباییانە یەکتری کێشدەکەن و گەردیکی فلۆریدی سۆدیۆم پێکدەهێنن، وێنە (1-9*b*)، بە ئەم جۆرە بەستنەوەی دوو ئەتۆم بە یەکتری، دەگوترێ بۆندی ئایۆنی. ئەم جۆرە بۆندەش میکانیزمێکی گشتییە هەموو ئەو ئەتۆمانە دەگرێتەوە کە بە ئاسانی ئەلیکترۆنێك یان دووان وەردەگرن یان وندەکەن، ئەم ئایۆنانە دەتوانن ئایۆنی دی بارگە پێچەوانە کێشبکەن، بە نموونە، بەللورەی فلۆریدی سۆدیۆم پێکبهێنن. لە بەللورەی فلۆریدی سۆدیۆم هەر ئایۆنێکی Na^+ بە شەش ئایۆنی F^- دەورەدراوە وە هەر ئایۆنێکی F^-

بە شەش ئایۆنی Na^+ دەورەدراوە، بە جۆرێکی دووبارە بۆوە (کەرەتبۆوە)، لە ئەنجامدا پەیکەرێکی بەللوری شێوە ئەندازەیی رێك بۆ فلۆریدی سۆدیوم پەیدا دەبێت.

نموونەیەکی دی بۆ بۆندی ئایۆنی: لە خولگەی سێیەمی ئەتۆمی سۆدیۆم Na یەك ئەلیکترۆنی تێدایە بە شلی بە ناوکەکەی بەستراوە. وە خولگەی هەرە دەرەوەی (واتە خولگەی چوارەم) ئەتۆمی کلۆر(CL)حەوت ئەلیکترۆنی تێدایە، پێویستی بە ئەلیکترۆنێك هەیە تا خولگەی چوارەم پڕبکاتەوەو ببێت بە ئەتۆمێکی جیگیر. کاتیك ئەتۆمی CLئەلیکترۆنێك لە ئەتۆمی Na وەردەگرێت. ئەوا ئەتۆمی کلۆر دەبێتە ئایۆنیکی سالیب CL^- وە ئەتۆمی Na دەبێتە ئایۆنێکی مووجەب Na^+ ئەم دوو ئایۆنە کارەباییانە یەکتر کێشدەکەن و یەکتری دەگرن، لە ئەمەوە گەردی کلوریدی $NaCL$ دروست دەبێت. ئەمەش نموونەیەکی ترە لەسەر بۆندی ئایۆنی. وێنە (1-9a) بەللورەیەکی $NaCL$ (خوێی چێشت) پێشان دەدەن.



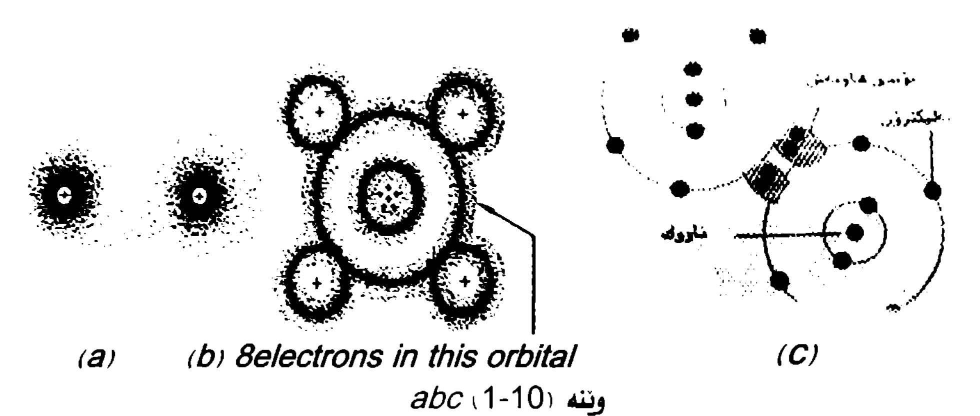
وێنە (1-9) b: ئەتۆمێکی سۆدیۆم ئەلیکترۆنیك بە ئەتۆمێکی فلۆرین دەدات، ئێستاکە هەردووکیان ئایۆنن، یەکتری کێش دەکەن، گەردی NaF پێکدەهینن، تێبینی جیاوازی قەبارەی ئەتۆمەکان و ئایۆنەکان بکە.



وێنە (1-9) a: پێکهاتەی بەللووری خوێی چێشت. ئایۆنەکانی سۆدیۆم پەمەیین ئایۆنەکانی کلۆر سەوزن.

2)-بۆندی هاوبەش Covalent bonding

ئەتۆمی هایدرۆجین یەك ئەلیکترۆنی هەیە لە نزیکترین خولگە بە دەوری ناوکدا دەسووڕێتەوە. ئەم خولگەیەش پێویستی بە ئەلیکترۆنێکی دی هەیە بۆ ئەوەی پڕبێتەوە. بۆ ئەوەی ئەمە روو بدات ئەوا هەر کێهە دوو ئەتۆمی هایدرۆجین یەك دەگرن و گەردێکی هایدرۆجین پەیدادەکەن. ئەم دوو ئەتۆمە یەکگرتووە هاوبەش دەبن لە ئەلیکترۆنەکانیان بە جۆرێك ئەو ئەلیکترۆنەی هەر کامیان دەبێتە هی هەردوو ئەتۆم، واتە دوو ئەتۆمەکە لە ئەلیکترۆنەکانیان هاوبەش دەبن و گەردی هایدرۆجین H_2 پەیدا دەکەن، وێنە (1-10*a*) پیشان دەدات کە دوو ئەتۆمەکە بەشداری لە ئەلیکترۆنەکانیان دەکەن بەجۆرێك ئەلیکترۆنەکەی هەر ئەتۆمێکیان دەبێتە هی هەردووکیان. وێنە (1-10*b*) پەیدابوونی گەردی میسان CH_4(methane) بە رێگای بۆندی هاوبەش پیشاندەدات بەجۆرێك ئەلیکترۆنەکان وەك جۆرە چرێشێك (صمغ) کاردەکەن. وێنە (1-10*c*) گەردێکی ئۆکسجین پیشان دەدات کە بۆندی هاوبەش لە نێوان دوو ئەتۆمی ئۆکسجین پەیدابووە.



(a) (b) 8electrons in this orbital (C)

وێنە (1-10) abc

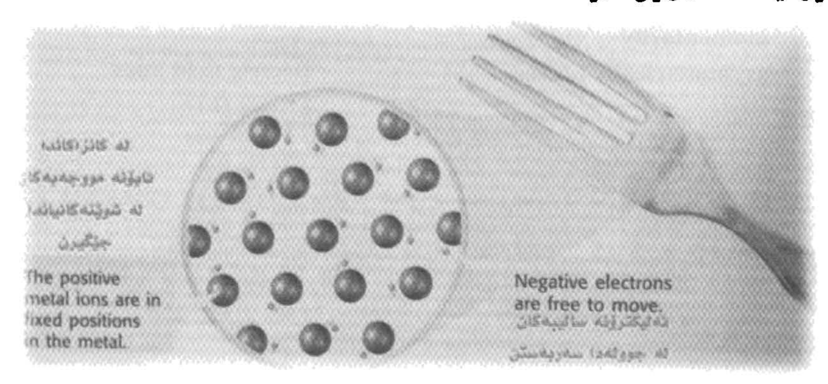
a: گەردێکی هایدرۆجین: هەر ئەتۆمێکی هایدرۆجین لە هەردوو ئەلیکترۆن بەشی هەیە.

b: گەردێکی CH_4 : ئەتۆمی کاربۆن چوار ئەلیکترۆنی هەیە بەشداری لەگەڵ ئەتۆمەکانی هایدرۆجین پێدەکات، وە هەریەك لە ئەتۆمەکانی هایدرۆجین ئەلیکترۆنێکی هەیە بەشداری لەگەڵ ئەتۆمی کاربۆن پێدەکات.

c: گەردی ئۆکسجین: هەر ئەتۆمێکی ئۆکسجین بە دوو ئەلیکترۆن بەشی هەیە لە ئەتۆمە دراوسێکەی.

(3) بۆندی کانزایی Metallic bonding

کانزاکان ئەو توخمانەن کە ئەتۆمەکانیان یەك یان زیاتر ئەلیکترۆنی شل بەستراویان هەیە لە خولگە هەرە دوورەکانیاندا. ئەتۆمەکانیان بە هاوبەشکردنی ئەلیکترۆنەکانیان بەبێ جیاوازی لە نێوان یەکتری بۆند پەیدا دەکەن. ئەم بۆندەش دەشوبهێتە بۆندی هاوبەش بەڵام ئەلیکترۆنەکان هیچ دوو ئایۆنی تایبەت، بە یەکەوە بۆند ناکەن، بەڵکو ئەلیکترۆنەکان وەك هەورێکی ئەلیکترۆنی بارگە سالیب لە بۆشاییەکانی نێوان ئایۆنە مووجەبەکان دەجوولێن (دەگەڕێن). لە ئەنجامدا ئایۆنە مووجەبەکان یەکتر دەگرن بەهۆی کێشکردنیان بۆ ئەلیکترۆنە بارگە سالیبەکان کە لە نێوانیاندا دەجولێن. وێنە (1-11)



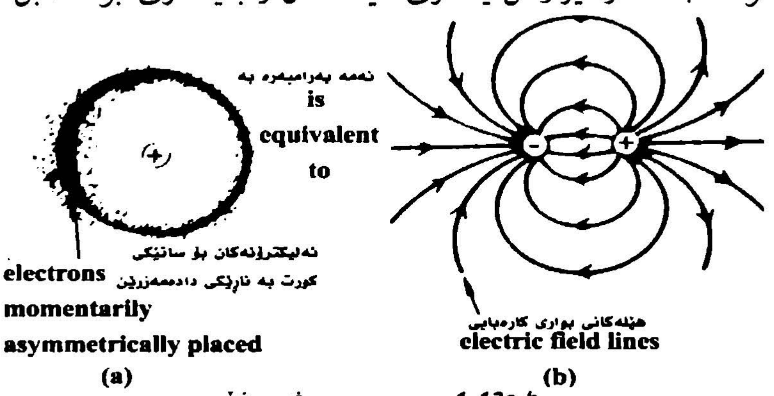
وێنە (1-11)

ئەلیکترۆنە جوولاوەکان بەرەو ئایۆنە مووجەبەکانی کانزاکە کێشدەکرێن.
ئەم کێشکرنە بۆندی کانزایی پێکدەهێنێت.

(4)-هێزەکانی ڤاندەرڤالز Vander Waals Forces

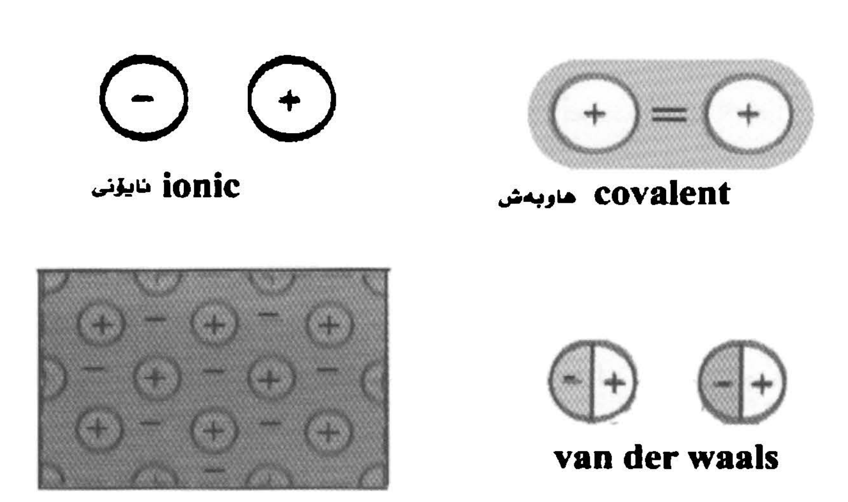
دوو ئەتۆمی نیۆن کە خولگە هەرە دەرەوەکانیان پڕە بە ئەلیکترۆن، ناتوانن یەکتری بگرن بە هەر کام لەو ڕێگایانەی پێشتر باسکران، بەڵام هەر چۆنێك بێت ئەلیکترۆنەکانی سەر بەهەر ئەتۆمێك، لەکاتی جیاوازدا لە شوێنی جیاوازدەبن و ناڕێك دادەمەزرین، ئەلیکترۆنێکی زۆرتر بەلای چەپی ئەتۆمەکە لە چاو لای ڕاستیەوە کۆدەبنەوە، وێنە (1-12a). بەمەش ئەتۆمەکە بۆ ساتێك و کاتێکی زۆر کورت جەمسەرگیراو دەبێت، ئەم ئەتۆمە جەمسەرگیراوەش وا دەکات ئەوەی تەنیشتیشی جەمسەرگیراو بێت، لە ئەنجامدا بەهێزێك یەکتری کێشدەکەن و

یەکتردەگرن، بەم هێزەش دەگوترێ هێزی ڤاندرڤالز. ئەمەش دەشوبیهێتە وینە (1-12b) کە شێوەی بواری کارەبایی بە دەوری هەر ئەتۆمێکی جەمسەرگیراو پیشاندەدات، ئەم ئەتۆمە جەمسەرگیراوە، یەکی دی دراوسێی جەمسەرگیر دەکات. ئەم دوو ئەتۆمە جەمسەرگیراوەش یەکتری کێشدەکەن و بەیەکتری بۆند دەبن.



وێنە (1-12a b)بنەڕەتی هێزی ڤاندەرڤالز

ئەم هێزە ڤاندەرڤالزە زۆر لاوازە بەڵام هەرچەندە وهایە، کاریگەرێکی زۆری لە رەوشتە فیزیاییەکانی گازەکان هەیە، بەتایبەتی لە پلەی گەرمیە نزمەکاندا.وێنە (1-13) کورتکراوەی هەر چوار جۆرە بۆندەکان نمایشدەکات.



وێنە (1-13). کورتکراوەیەکی سانای جۆرە جیاوازەکانی بۆندەکان

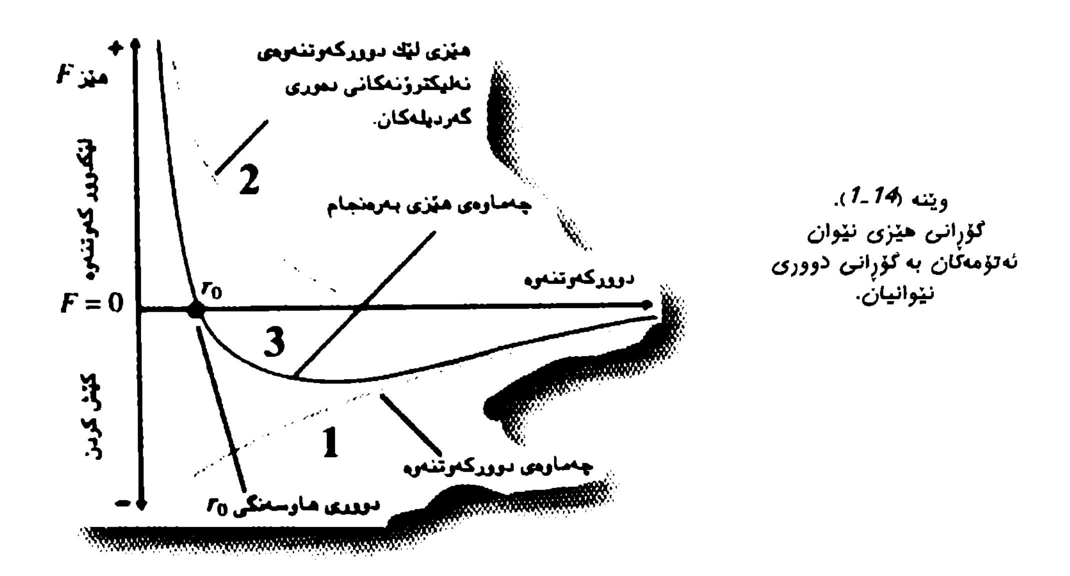
(1-6):چۆن هێزەکان لەگەڵ دووری نێوان ئەتۆمەکان دەگۆڕێن؟

How the forces vary with atomic separation?

هەر وەك هێزی کێشکردن لەنێوان ئەتۆمەکانی مادده هەیە، ئەوا دەبیَ هێزی ڕەوینەوەش (دوورکەوتنەوە) لە نێوانیاندا هەبێت. دەنا ئەگەر ئەوە نەبوایە ئەوا ئەتۆمەکان بەسەریەکتری دادەڕمان و قەبارەی ماددەکانیش بچووکدەبۆوە تا جرِیەکەی دەگەیشتە جرِی ناوکە ئەتۆمیەکان. کەواتە دەبیَ هەردوو جۆرە هێزەکە دوورکەوتنەوەو ڕەوینەوە لەنێوان ئەتۆمەکان (یان گەردەکانی) ماددەکان هەبێت.

کاتێك توولێکی کانزایی لە هەردوو لایەوە رادەکێشیت یان دەیپەستێویت بە مەبەستی درێژکردنی یان کورتکردنی توولەکە، ئەوا لە هەردوو حاڵەت بەرهەڵستی دەکرێت ناتوانیت ئەنجامی بدەیت، مەگەر هێزێکی زۆر گەورە بەکاربهێنێت. هۆی ئەم بەرهەلستکردنەش ئەوەیە: لە کاتی راکێشانی توولەکە، هەوڵی ئەوە دەدەیت کە ئەتۆمەکانی توولەکە لەیەکتری زیاتر لە دووری ئاسایی نێوانیان r_o دووربکەیتەوە، ئەوا لەم حالەتەدا هێزی کێشکردن *attraction* لە نێوان ئەتۆمەکانی توولەکە دیار دەکەوێت، بەرهەڵستی درێژبوونەوەی دەکات. کەچی لەکاتی پەستاوتنی توولەکە، هەوڵ دەدیت ئەتۆمەکانی زیاتر لە دووری ئاسایی نیوانیان لەیەکتری نزیکبکەیتەوە، لەم حاڵەتەدا هێزی ڕەوینەوە *repelltion* لە نێوان ئەتۆمەکانی توولەکە دیاردەکەوێت، بڕی ئەم دوو هێزەش کێشکردن و ڕەوینەوە بە دووری نێوان ئەتۆمەکانەوە بەندە.

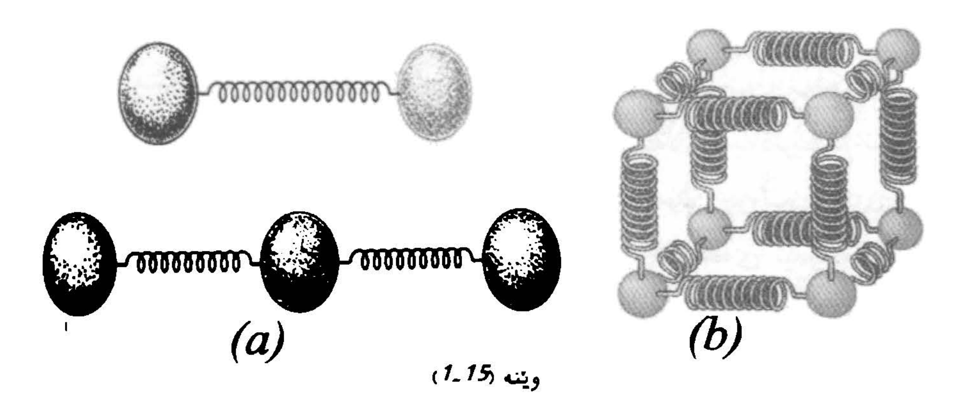
لە وینە (1-14)دا، گرافی (جەماوە)*1* گۆڕانی هێزی کێشکردن و گرافی *2* گۆڕانی هێزی ڕەوینەوە بەپێی دووری نێوان ئەتۆمەکان پیشاندەدەن. کەچی گرافی *3* گۆڕانی بەرئەنجامی ئەم دوو هیزە بەپێی دووری نێوان ئەتۆمەکان پیشاندەدات. لە دووری ئاسایی دا (r_o) لە نێوان ئەتۆمەکان بەرئەنجامی ئەم دوو هیزە سفر دەبێت.



وێنە (1-14).
گۆڕانی هێزی نێوان ئەتۆمەکان بە گۆڕانی دووری نێوانیان.

ئەتۆمەکانیش کەمترین ماتەوزەیان دەبێت (دووری ئاسایی r_o بە نزیکی دەکاتە تیرەی ئەتۆمەکان).

کاتێک $r>r_o$ واتە کاتێک دووری نێوان ئەتۆمەکان r زۆرتر دەبێت لە دووری ئاسایی r_o ئەوا هێزی کێشکردن لە نێوان ئەتۆمەکان دیاردەکەوێت، ئەم هێزە کێشکردنەش بە زیادبوونی (r) زیاد دەبێت تا دەگاتە گەورەترین بڕی ئینجا کەمدەبێتەوە تاکو نامینیت و ئەتۆمەکان لەیەکتری دەپچڕێن. وە کاتێک $r<r_o$، ئەوا هێزی ڕەوینەوە لەنێوان ئەتۆمەکان دیاردەکەوێت، ئەم هێزە ڕەوینەوەش زیاد دەبێت بە کەمکردنەوەی دووری نێوانیان، ئەم هێزی نێوان ئەتۆمەکان. دەشوبهێتە ئەو هێزەی لە نێوان دوو گۆ پەیدا دەبێت کاتێک بە سپرینگێک بەیەکەوە دەبەسترێن. وێنە (1-15a,b)



وێنە (1_15)

a: هێزی نێوان ئەتۆمەکان (گەردەکان) وەك سپرینگ رەفتار دەکات.

b: هێزی نێوان ئەتۆمەکانی تەنە رەقەکان، دەتوانێت وەها بیری لێبکەیتەوە وەك سپرینگ لەنێوان ئەتۆمە دراوسێکاندا هەبێت.

(1_7) دۆخەکانی مادده The States of Mater

دەزانین کە لەوانەیە مادە بە چوار دۆخ لە سروشتدا هەبێت:

1-دۆخی گازی *Gaseous State* 2-دۆخی شلی *Liquid State* 3-دۆخی رەقی *Solid State* 4-دۆخی پلازما *Plasma State*

ئەگەر ماددەیەك لە دۆخی رەقیدا تەواو گەرمبکرێت، ئەوا ئەم مادده دەست بە توانەوە دەکات و دەبێت بە شل، بە بەردەوامبوون لەسەر گەرمکردنی شلەکە ئەوا دەتوانرێت بکوڵێندرێت و بکرێت بەهەڵم، کاتێك شلەکەش بۆ هەڵم دەگۆڕێت، ئەوا دەچێتە دۆخی گازی، بە پێچەوانەش ئەگەر گاز تەواو ساردبکرێتەوە، ئەوا چڕ دەبێتەوەوە دەبێت بە شل، بەردەوامبوون لەسەر ساردکرنەوەی شلەکە، وا دەکات رەق بێت یا ببیبەستێت (*freez*). سروشت، بۆ ئاو هەموو ئەم گۆڕانانەی دۆخ ئەنجامدەدات، سەهۆل دەتوێتەوەو دەبێ بە ئاو، ئاویش دەبێت بەهەڵم: بە پێچەوانەش هەڵم یان هەور چڕدەبێتەوەو دەبێ بە باران، بارانیش دەیبەستێ دەبێت بە سەهۆڵ یان بەفر. دەتوانرێت هەموو ماددەکان بگۆڕدرێن لە دۆخێکەوە بۆ دۆخێکی دی بەڵام لەوانەیە هەندێکیان گەرمیەکی زۆر یان ساردیەکی زۆری بویت.

1ـدۆخی گازی The Gaseous State

زۆرترینی گازەکان لە گەرد پێکهاتوون. ئەم گەردانە وەستاونین، بەڵکو بەخێرایی زۆر گەروە دەجولێن، بەر یەکتری دەکەون، بەڵام بەیەکتریدا نالکین. بەریککەوتنەکانیان جیرە واتە لە ئەنجامی بەریەککەوتن جوولە وزە ون ناکەن، هەروەها گەردەکانی گاز بە دیواری ئەو قاپەی گازەکەی تێدایە دەکەون و بەردومانی دەکەن. ئەو بەردومانکردنەی گەردەکان بۆ دیواری قاپەکە دەبێتە هۆی ئەوەی کە ئێمە پێی دەڵێین (پەستانی گاز) پەیدا دەکات، نموونەش بۆ پەستانی گاز ئەوەیە کاتێك هەوا بۆ ناو تایەی ئوتومبیل (یان بالۆنی یاریکردن) پەمپدەدرێت، ئەوا ژمارەی گەردەکان لەناوەوەی تایەکە (بالۆنەکە) زۆرتر دەبێت لە چاو ژمارەیان لە دەرەوەیدا.

لە ئەوەوە ژمارەیەکی زۆرتر لە گەردەکانی هەوا دیواری ناوەوەی تایەکە(بالۆنەکە) بەردومان دەکەن لە چاو گەردەکانی دەرەوە، بۆیە دیواری تایەکە(بالۆنەکە) دەکشێت و قەبارەکەی زیاد دەبێت، هەرچەندە گەردەکانی گازەکان جوولەی بەهیڵیان (گواستنەوەیان) هەیە، سەرەڕای ئەمە، گەردەکانی ئەو گازانەی لە دوو یان زیاتر ئەتۆم پێکدێن، دوو جۆرە جوولەی تریشیان هەیە، ئەوانەش جوولەی بەلەرەو جوولەی بەخولن. کاتێك پلەی گەرمی گاز بەرزدەکرێتەوە، خێرایی هەموو ئەو جۆرە جوولانە زیاد دەبێت و تێکڕایی کاتی ژمارەی بەریەکەوتنەکان بەیەکتری و بە دیواری قاپەکە زۆر دەبێت، لە ئەنجامدا پەستانی گازەکە زۆر دەبێت، وە ئەگەر گاز ساردکرایەوە خێرایی گەردەکانی کەمدەکات، بەستانی گازەکەش کەمدەبێت. ئەگەر دوو گاز کە لە بارستەی گەردەکانیان جیاوازبن، تێکەڵبکرێن، وەك هیلیۆم و نیۆن، ئەوا خێرایی گەردە بارستە کەمەکە زۆرتر دەبێت لە هی بارستە گەورەکە.

لەبەر ئەوەی گەردەکانی گاز لە یەکتری دوورن، بۆیە هێز لە نێوانیاندا نیەو بە هەموو لایەکدا بڵاودەبنەوەو هەموو قەبارەی ئەو قاپەی تیایدایە داگیردەکات. ماددە لە دۆخی گازیدا نەشێوەو نەقەبارەی جێگری هەیە. بڵاوبوونەوەی بۆنی عەترێك بەهەموو لایەکانی هۆدەیەك، بەڵگەیە کە گەردەکانی عەترەکە دەجوولێن و لەنێوان گەردەکانی هەوادا بەهەموو ئاراستەیەك بڵاودەبنەوە.

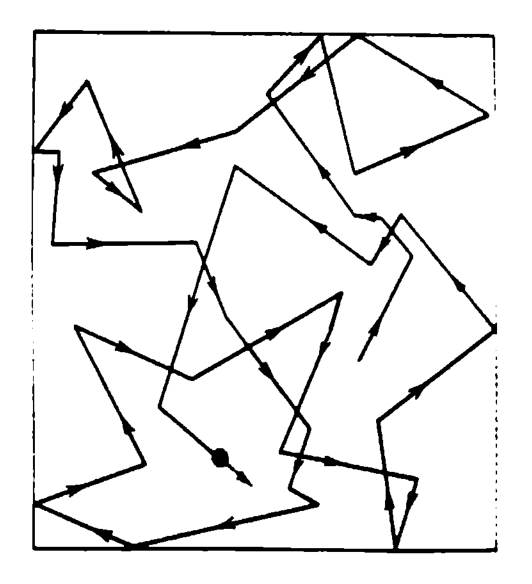
2ـدۆخی شلی The Liquid State

کە گاز بەردەوام سارددەکرێتەوە. جوولەی گەردەکانی هێواش دەبێتەوە، تاکو لە پلەیەکی دیاریکراودا گازەکە چڕدەبێتەوە بۆ قەبارەیەکی زۆر بچووك و دەگۆڕێت بۆ شلە. هەرچەندە گەردەکان بە دۆخی شلە لە جوولەکردن بەردەوام دەبن، بەڵام بەو خێراییە زۆرە نیە کە لە دۆخی گازی پێی دەجوڵان. کەواتە گەردەکانی ماددە لە دۆخی شلیدا خێراییان کەمترە لە چاو خێراییەکانیان لە دۆخی گازیدا. ماوەی نێوانیان لە ئەوەی لە دۆخی گازیدا کەمترە. بە هێزێکی گونجاو یەکتری کێشدەکەن بەشی ئەوە دەکات یەکتری بگرن و بە کۆمەڵ بجووڵێن ئەم بڕە هێزەی لە نیوان گەردەکانی شلە هەیە وا دەکات کە شلەی وەستاو قەبارەیەکی جێگیرو شێوەیەکی گۆڕاوی هەبێت، واتە شیوەی ئەو قاپە وەردەگرێت کە تێی دەکرێت. وە هەروەها هەر ئەم هێزە گەردیەیە وا دەکات شلەکان سیفەتی توندی روویی و لینجی و خۆنووسان و گەرمی شاراوە بۆ بوون بە هەڵمیان هەبێت. گەردەکانی شلە بەسەر یەکتری دەخلیسکین بۆیە رووی شلەی وەستاو بە ئاسۆیی دەوەستێت.

جوولەی براونی Brownian Motion

هەرچەندە کەس راستەخۆ جوولە هەڕەمەکیەکەی گەردەکانی ماددەی نەبینیوە، بەڵام دەتوانرێت بەهۆی میکرۆسکۆبەوە جوولەی تەنۆڵکەی بچووك (لەگەردەکان زۆر گەورەترن) ببینێت کە لە ئەنجامی بەرکەوتنیان بە گەردە جووڵاوەکان هەڵدەگەڕێنەوەو بە هەڕەمەکی بەهەموولایەکدا دەردەپەڕن و دەجووڵێن. ئەم دیاردەیە یەکەم جار لە ساڵی *1827* لەلایەن زانایەکی رووەکی بەریتانی رۆبێرت براون *Robert Brown* تێبینیکرا. ئەم زانایە بینی کە ئەم تەنۆڵکە بچووکانە بەردەوام وەك جوولەی بوونەوەرە زیندووەکان دەجووڵێن و بە ئەم لاو ئەو لادا دەردەپەڕن. رێڕەوی تاکە تەنۆلکەیەك لە وێنە (16-1) پیشاندراوە. بەم جۆرە جوولەی تەنۆڵکەکان دەگوترێ جوولەی براونی.

هۆی ئەم جوولە سەرنجڕاکێشە یەکەم جار لەلایەن ولیەم رامسی (Sir William Ramsey) لە ساڵی 1879 روونکرایەوە، روونکردنەوەکەش بەم جۆرەیە: جوولەی براونی چۆن لە شلەکاندا روودەدات لەگازەکانیشدا دەبینرێت، لە راستیدا لە توانادا نیە نە گەردەکانی گـــازەکـــان و نە گەردەکانی شلـــەکان بە چـاو ببینرێـن،



وێنە (1_16)

هێلکاری رێڕەوە هەڕەمەکیەکەی تاکە گەردێك

بەڵام ئەم گەردانە بە خێرایی زۆر گەرورە دەجوولێن، کاتێك بە توندی بە تەنۆلکە گەورەترەکان دەکەون و لە هەموو لایەکەوە بەردومانیان دەکەن وا لە تەنۆلکەکان دەکەن (بە میکرۆسکۆب دەبینرێن)، بۆ ئەم لاو ئەولا دەردەپەڕن و جوولەی براونی ئەنجام بدەن، ئەم جوولەیەش هیواشتر دەبێت چەند تەنۆلکەکە گەورەتربێت.

بـۆ بینینـی جوولـەی براونـی لـە شـلەکاندا بـە تاقیکردنـەوە: برێکـی کـەم لـە دەنکەهەڵالـە (Pollen)، (یـان بـۆدرەی بـەردی هـاراو) بخـەرە نـاو کـەمێك ئـاوی دڵۆپێنراو (distilled water)، ئینجا درۆپێك لـەم گیراوە هەڵواسراوە بخەرە سـەر سـلایدی میکرۆسـکۆبێك، دوای رووناککردنـەوەی سـلایدەکە بـە رووناکیـەکی بـەهێز، دەبینـین دەنکـە هەڵالـەکان (تەنۆلکـەکانی بۆدرەکـە) بـە هەڕەمـەکی بـە هـەموو ئاراستەیەك دەجوولێن. ئەم جوولەیەش لەبەر ئەوەیە کە گەردە جووڵاوەکانی ئاوەکە بە

دەنکە هەڵاڵـەکان دەکـەون و بـەردومانیان دەکـەن، لـە ئەنجامـدا بەهـەموو ئاراسـتەیەك دەیان جووڵێنن.

ئـەوەی لێرەدا دەبـێ بگوترێت ئەوەیـە کـە دەنکـە هەڵاڵـەکان بـە هـەزاران جـار لـە گـەردەکانی ئاوەکـە قورسـترن لەمـەوە وا دیاردەکـەوێت کـە دەبـێ خێرایـیـەکانی گەردەکانی ئاوەکە زۆر گـەورەبن، بۆیـە تـەوژمێکی ئـەوتۆیان هەیـە کـە لـە تواناياندا دەبێت ئەم تەنۆلکە گەورانەی دەنکە هەلالەکان لە ساتی بەریەککەوتن دەردەپەڕێنن و بیـان جـووڵێنن. لەسـەر ئەوەشـەوە ئەمـەش بزانـە کـە لەوانەیـە هـەزاران لـە گـەردەکانی ئاوەکە لەهەمان کاتدا لەهەموو تەنیشتێکەوە بە دەنکە هەڵاڵەیەك دابدەن، بۆیـە دەبـێ ئاراستەی جوولەی هـەر دەنکـە هەڵاڵەیـەك بـە ئاڕاسـتەی بەرئـەنجامی تـەوژمـەکانی گەردە پێدادەرەکانی ئاوەکە بێت.

3ـدۆخی رەقی The Solid State

کاتێك پلەی گـەرمی شـلەیەك نزمـدەکرێت، چالاکیـە گـەردەکانیان سسـتدەبێت. بـە ساردکردنی شلە گەردەکانی کەمێك زیاتر لە یەکتری نزیکدەبنەوە، قەبارەی شـلەکەش کەمـدەبێت. بـە پێچەوانـەش لـەکاتی گـەرمکردنی شـلە گـەردەکانی کـەمێك زیـاتر لەیەکتری دووردەکەونەوەو شلەکەش دەکشێت و قابارەکـەی کـەمێك زیاددەکات، چەنـد پلەی گەرمی نزمبکرێت جووڵەو گەڕانی گەردەکان بـەناو شـلەکەدا هێواشـتر دەبێـت، تا پلەی گـەرمی دەگاتـە خاڵێك تیایـدا شـلەکە دەیبەسـتێت و لـە دۆخـی شـلیەوە بـۆ دۆخی رەقی دەگۆڕێت.

هەر گـەردێکی مـاددە لـە دۆخـی رەقیـدا بەگـەردە دراوسـێیەکانی نزیـك لێیـەوە لـە دەوروبەریدا ئابلۆقـە دراوەو بـە توندی پێیانـەوە بەسـتراوە، بۆیـە بـە خێراییـەکی کـەمتر دەجـووڵێن لـە چـاو خێراییـەکانیان لـە دۆخـی شـلیدا. ئـەم جوولەیـەش جوولەیـەکی لەرینەوەییە بە دەوری شوێنی سرەوتنیاندا، نەك جوولەیەکی گواسـتنەوەیی بێـت و لـە شـوێنێکەوە بـۆ شـوێنێکی دی بجـووڵێن. فراوانـی لەرینـەوەی گـەردەکان بـە پلـەی گەرمیـەوە بەنـدە چەنـد پلـەی گـەرمی بـەرزبێت فراوانـی لەرینـەوەی گـەردەکان زیادەکـات لـە ئەنجامـدا تەنەکـە دەکشـێت، بـە پێچەوانـەش بـە نزمکردنـەوەی پلـەی

گەرمی، تەنەکە دەچێتەوەیەك. هێزی نێوان گەردەکانی ماددەی رەق زۆرترە لە هێزی نێوان گەردەکانی ماددەکە لە دۆخی شلەیدا. ئەم هێزەش لاوازدەبێت بە بەرزبوونەوەی پلەی گەرمی.

لەبەر ئەوەی گەردەکانی ماددەی رەق بە توندی و بەهێزێکی گەورە بەیەکەوە بەستراون بۆیە تەنی رەق قەبارەو شێوەی جێگیری هەیەو بە ئاسانی ناتوانرێت بە سەپاندنی هێزێکی دەرەکی شێوەکانیان بگۆڕدرێت. بۆیە تەنی رەق سەختەو پەستاندن قبوڵ ناکات، هەرچەندە ماددەی شلیش پەستاندن قبول ناکات، بەلام هێزی بەیەکبەستنەوەی گەردەکانی کەمترە لەهی دۆخی رەقیدا، بۆیە گەردەکانی شلە بە سەریەکتری دەخلیسکێن ئەمەش دەبێتە هۆی ئەوەی شلە قەبارەی جێگیرو شێوەی گۆڕاوی هەبێت و رووی شلەی وەستاو ئاستی ئاسۆیی وەرگرێت و شیوەی ئەو قاپە وەرگریت کە تیایدا دادەنرێت.

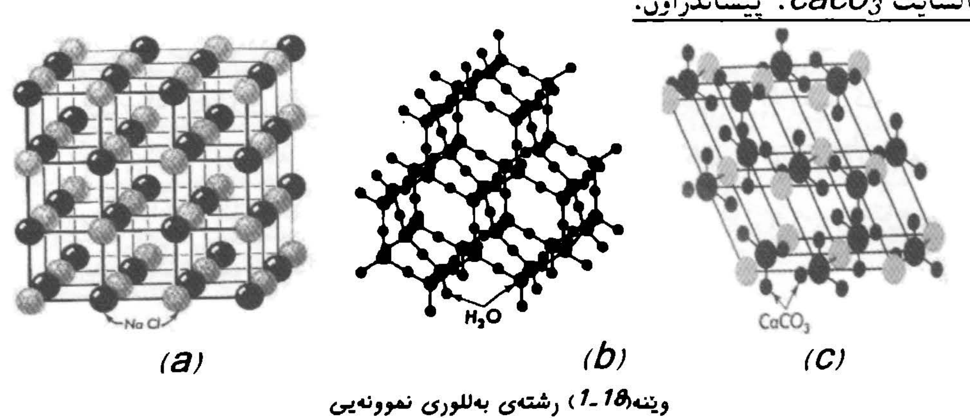
لە وێنە (1-17) ئەگەر گەردەکان وەك *A, B* بە توندی بەیەکەوە بەسترابن، ئەوا بە ئاسانی ناتوانرێت لەیەکتریان داپچڕێنیت.

ئەم دوو هێزەش کە لە وێنەکەدا پێشاندراون توانای ئەوەیان نیە کە گەردەکانی ماددەکە لە یەکتر جیابکەنەوە، وە ماددەکەش لە ژێر کاریگەری ئەم دوو هێزە رۆیین (*Flow*) ناکات. بەهەر چۆنێك ئەگەر هێزی راکێشان لە نێوان گەردەکانی *A,B* بە رێژە کەم بێت، ئەوە دوو هێزە سەپێنراوەکە دەبنە هۆی ئەوەی کە چینە گەردیەکان بەسەر یەکتری بخلیسکێن، لەم بارەشدا بە ماددەکە دەگوترێ مەییو [شلگاز. مائع. *Fluid*].

وێنە (1-17)
ئاسان خلیسکانی چینە گەردییەکان بەسەر یەکتردا لەژێر کاریگەری ئەو هێزانەی پیشاندراون دەوەستێتە سەر هێزی کێشکردنی نێوان گەردەکانی چینەکان، وەك گردەکانی *A, B*.

لە هەندی جۆرە تەنە رەقەکاندا، گەردەکانیان (یان ئەتۆمەکانیان) بە جۆریك گرددەبنەوە کە هەر گەردێك لە گەردە کۆبۆوەکان شوێنێك لەناو ماددەکە

داگیردەکات لەگەڵ گەردە دراوسێیەکانی شێوازێکی (Pattern) دیاریکراوی ئەندازەیی پێکدەهێنن، ئەم شێوازە ئەندازەییە بەناو ماددەکەدا دووبارەو دووبارە دەبێتەوە، بە ئەم مادده رەقانەی گەردەکانیان لە رشتەی ئەندازەیی رێکی دووبارە بۆوە دامەزراون دەگوترێ مادده بەللوریەکان (crystalline materials). لە وێنە (1-18) هەندێ ماددەی بەللوری وەك. کلۆریدی سۆدیۆم NaCl ، سەهۆڵ H_2O، کالسایت $CaCO_3$. پیشاندراون.



(a) (b) (c)

وێنە(18-1) رشتەی بەللوری نموونەیی

a: رشتەی بەللورەی خوێی چێشت (NaCl). رشتەیەکی سادەی شەشپالوە. تیایدا ئەو ئەتۆمانەی قورنەکانی شەشپالوەکە داگیر دەکەن بە نۆرە بە هەرسێ ئاراستە جێگردەبن. بەپێی ئەم ریزبەندە Na, CL, Na, CL

b: رشتەی بەللورەی سەهۆل H_2O. رشتەیەکی شەشلاییە هەر ئەتۆمێکی ئۆکسجین بە چوار ئەتۆمی هایدرۆجین. لە دەوریدا بەستراوە. کەچی هەر ئەتۆمێکی هایدرۆجین لە نێوان دوو ئەتۆمی ئۆکسجین دەبێت.

c: رشتەی بەللورەی کالسایت $CaCo_3$. ئەتۆمەکانی کالیسیۆم و کاربۆن لە گۆشەکانی لاتەریبەکان جێگیرن و هەر ئەتۆمێکی کاربۆنیش بە سێ ئەتۆمی ئۆکسجین دەورەدراوە.

دوو جۆرە ماددەی رەق هەیە: مادده رەقە بەللوریەکان crystalline و مادده رەقە نابەللوریەکان amorphous. لە مادده رەقە بەللوریەکاندا، تەنۆلکەکانی زۆر بەڕێکی بە ئاڕاستەی هەرسێ رەهەند دامەزراون و بە شێوازی دووبارە بۆوە رێزکراون، وەك کلۆریدی سۆدیوم، سەهۆڵ، ئەڵماس، ئاسن.

مادده رەقە نابەللوریەکان لە ئەو تەنۆلکانە دروستکراون رێکبوونێکی تایبەتیان نیە، هەرچەندە هەر تەنۆلکەیەك لە شوینەکەی خۆی دا جێگیرە، بەڵام بە شێوازێکی دیاریکراو رێکنەخراون، وەك شووشە، شەمێ، لاستیك، گۆگرد.

4-دۆخی پلازما The Plasma State

پلازما دۆخی بە ئایۆنبووی ماددەیە، بە گشتی زۆر گەرمە، ئەتۆمەکانی دۆخی پلازما، هەموویان، یان بەرێژەیەکی زۆر بە ئایۆن بوون، مادده لە دۆخی پلازما لە ژمارەیەکی یەکسان لە ئایۆنی سالیب (ئەلیکترۆنەکان) و ئایۆنی مووجەب (ناوکی ئەتۆم) پێکهاتووە، ئەو ماددەی لە ئایۆنان پێکدێت بە دۆخی چوارەمی مادده دادەنرێت:

1-(*99%*)ی ماددەی گەردوون لە پلازما پێکهاتووە، وەك ئەستێرەکان و لە نێوانیادا خۆری خۆمان، ئەوانە گۆی زۆر گەورەن لە پلازما کە تیایاندا کارلێکە گەرمیە ناوکیەکان *thermo nuclear reaction* بەردەوام روودەدات، گۆیە ئاگرینەکەی کە لە ئەنجامی تەقینەوەی بۆمبا ئەتۆمیەکان پەیدادەبێت نموونەیەکی تری دۆخی پلازمایە.

ماددەی ئاسایی (دۆخی رەق و شل) لە گەردووندا زۆر کەمە لە (*1%*)ی ماددەی گەردوونی دەگرێتەوە وەك هەسارەو نەیزەك و کلکدارو و هەورە تۆزاویە گەردونییەکان.

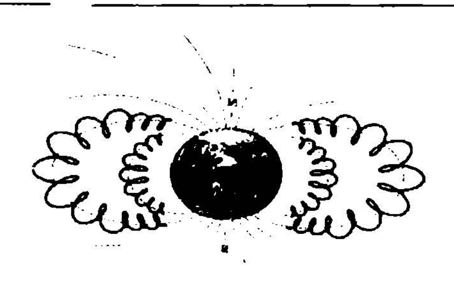
2-هەر ناوچەیەك لە گازی بە ئایۆنبوو کە ژمارەیەکی یەکسان لە ئەلیکترۆن و بارەگەی مووجەبی تێدایە وەك لە بۆریەکانی خالیبوونەوەی کارەبایی و بۆریە فلەوەرسێنتەکان و بۆڕیەکانی گازی نیۆن و گڕی ئاگرو کە ئەمانە بۆ مەبەستی رووناکردنەوە بەکاردین نموونەی دۆخی پلازمان.

3-چینی ئایۆنۆسفیر چینێکی پلازمایە، دەوری گۆی زەوی داوە لە بەرزی *50km* بۆ *500km*دایە، ئەم چینە پەیدا دەبێت لە ئەنجامی بە ئایوونبوونی گەردەکانی هەوا لەم بەرزاییانەدا بە کاریگەری تیشکە سەرو بنەوشەیە شەپۆڵ کورتەکان کە لە خۆرەوە دەردەچن. مەترسی تووشبوون بە شێرپەنجەی پێست لەم تیشکانە دەکرێت. پەیدابوونی چینی ئایۆنۆسفیر بە هەڵمژینی وزەی ئەم تیشکە ترسناکانە، گەیشتنیان بۆ رووی زەوی قەدەغەدەکات.

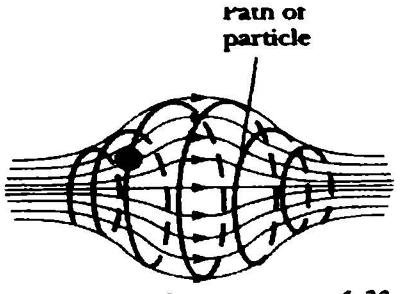
4-چینـــی مەگنیتوســـفیر: چینێکـــی پلازمایـــە لـــە تەنۆلکـــەی بارگـــاوی وەك ئەلیکترۆن و پرۆتۆنی سەربەخۆ پێکهاتووە. ئەم تەنۆلکە بارگاویانە لە فەزای دەرەوەو خۆرەوە دێن پێیان دەگوترێ تیشکی گەردوونی (Cosmic ray). کـە لـە زەوی نزیکدەبنـەوە، لـە بـەرزایی 500km-2500km، بـواری موگناتیسـی زەوی کاریـان تێـدەکات و ئاراسـتەی جوولـەیان دەگۆڕێـت زۆرتریشیان پەرچدەداتەوە ناگەن بە چینەکانی هەوا تەنها کەمێکیان نەبێ بە تەلەی trap بـواری موگناتیسی زەویـەوە دەبـن، لە ئەمانـەوە پشتێنەی ڤان ئەلن Van Allen belt دروست دەبێت، کە تیایدا بە کاریگەری بـوارە موگناتیسـە نارێکەکـەی زەوی، ئـەم تەنۆلکـە بارگاویانـە ڕێڕەوێکـی لـولپێچ وەردەگرن بە خێراییەکی زۆر گەورە لەنێوان دوو جەمسـەرەکەی زەوی هـاتوچۆ دەکـەن وێنـە (19-1)، لـەو حالەتـەی ئـەم تەنۆلکـە بارگاویانـە لـە دوو جەمسەرەکەی زەوی نزیکدەبنەوە، دەگەن بە چینەکانی هەوا و بەر گەردەکانی هەوا دەکەون، دەبن بەهۆی بە ئایۆنبوونیان لە ئەنجامدا رووناکیەکی بینراو بەرەنگی سەوزو زەرد تیشکدەدریت، دیمەنێکی جوان بە ناوچە جەمسەرییەکان دەبەخشێت، بـە ئـەم رووناکیـە سـەوز رەنگـە دەگـوترێ کـازیوەی جەمسـەری (الشفق القطبی aurora).

5-لە تاقیگەدا دەتوانرێت پلازما ئامادە بکرێت، ئەویش بە گەرمکردنی گاز لەژێر پەستانی کەم تـا پلەیـەکی گـەرمی ئـەوتۆ کـە تیایـدا تێکڕای جوولـە وزەی گەردەکانی گازەکە دەکاتە ئەرکی بە ئایۆنبوونی گازەکە.

6-لەبەر ئەوەی پلازما لە تۆنۆلکەی بارگاوی پێکدێت بۆیە بواری کارەبایی و بواری موگناتیسی کاریتێدەکات. دەتوانرێت پلازما لەناو بـواری موگناتیسـی نارێك هەڵبگیرێت و قەتیسـبکرێت، بێ ئـەوەی بـە دیـواری قاپەکـەی تیایدایـە بکەویت. ئەم قەتیسکردنەی پلازما لەناو بواری موگناتیسـیدا پێـی دەگـوترێ پوتلی موگناتیسی magnetic bottle. ئەمەش لە بـواری تاقیکردنـەوەکان و کارلێکە ناوکیە گەرمیەکان بەکاردێت. وێنە (20-1)



وێنە (1-19). پشتێنەی ڤان ئەلین لە تەنولکەی بارگاوی پێکهاتووە کە لە لایەن بوارە موگناتیسە نارێکەکەی زەوی گەمارۆدراون. هێڵەکانی بواری موگناتیسی شینەو ڕێڕەوی تەنۆلەکان سوورە.



وێنە (1-20) تەنۆلکەیەکی بارگاوی لەناو بوارێکی موگناتیسی نارێکدا قەتیسکراوە. (بوتلی موگناتیسی) لەنێوان دوو کۆتاییدا لە ڕێرەوێکی لولپێچیدا هاتوچۆ دەکات.



ڕۆژو ئەستێرەکان بارستەی زۆر گەورەن لە ماددەی پلازما

(1-8) سیفەتەکانی ماددە Properties of matter

-هەموو ماددەکان سیفەتی گشتی هاوبەشیان هەیە، لەو سیفەتانە:

1-قەبارە volume:

تەن لە هەرچی دۆخێك بێت قەبارەی هەیە. قەبارەی تەنیش ئەو بۆشاییەیە تەنەکە لە گەردووندا داگیریدەکات.

2-بارستە Mass

بارستەی تەن، لەسەر بڕی ئەو ماددەیە بەندە کە لە تەنەکەدا هەیە. بۆ نموونە بارستەی بەرمیلێکی پڕ ئاو زیاترە لە هی بەتاڵ.

3-بەردەوامی Continuity، (بارنەگۆڕین Inertia)

ئەم سیفەتەی ماددەیە، کە مادده ئارەزووی ئەوە دەکات لە باری ئەو جوولەی هەیەتی بمێنێتەوە کاتێك هیچ هێزێکی دەرەکی کاریتێنەکات و باری جوولانەوەکەی بگۆڕێت. بۆ نموونە تەنی وەستاو هەر بە وەستاوی دەمینێتەوە وە تەنی جوولاو بە خێرایی نەگۆڕ لەسەر هێڵێکی راست لەسەر ئەم بارەی خۆی دەمینیتەوە ئەگەر هێزێکی دەرەکی کاری تێنەکات، بزانە کە بارستەی تەن پێوەری بەردەوامیەکەیەتی.

4-چڕی density

چڕی بریتیە لە بارستەی یەکەی قەبارە، چڕی دوو ماددەی جیاواز، جیاوازن، بۆ نموونە چڕی ئاسن زۆرترە لەهی تەختە، چڕی جیوە زۆرترە لەهی ئاو، چڕی تەن بە دۆخی ماددەی تەنەکە بەندە، رەق یان شل یان گاز بێت، وە هەروەها بە پلەی گەرمی تەنەکەوە بەندە.

5-کۆنۆچکداریتی Porosity

لەبەر ئەوەی دووری نێوەندی، لە نێوان گەردەکانی مادده هەیە بۆیە ماددەکان بە تەواوی پتەونین. ماددەکان بە گشتی کونیلەدارن، بەڵگەش بۆ ئەم راستیە دەلاندنی ئاوە لە کووپ و گۆزەو قاپە فەخاریەکاندا دەتوانرێت ئاو لە قاپی ئاسن و قورشم بدەلێندرێت ئەگەر ئاوەکە لە ناو قاپەکەدا بە پەستانێکی گەورە بپەستێوریت، بەم دیاردەیەش دەگوترێ کونۆچکداریتی، رادەی کونۆچکداریتی دەوەستێتە سەر دووری نێوان گەردەکانی هەر ماددەیەك.

6-کێشکردن gravity

هەر تەنێك، تەنەکانی دی بەهێزێك رادەکێشێت پێی دەگوترێ هێزی کێشکردن. لە نێوان بارستەکاندا هێزی کێشکردنی ئاڵوگۆر هەیە. بڕی هێزی کێشکردن لە نێوان دوو تەن بەراستەوانە دەوەستێتە سەر ئەنجامی لێکدانی بڕی بارستەکانیان و بە پێچەوانەش دەوەستێتە سەر دووجای دووری نێوانیان.

7-جیرِی elasticity

کاتێك هێزێکی دەرەکی دەخرێتە سەر تەنێك لە ئەنجامدا شیوە یان قەبارەی تەنەکە دەگۆڕێت. بە سیفەتی هەوڵدانی تەنە شێواوەکە بۆ گەرانەوەی بۆ سەر شێوەو قەبارە بنەرەتیەکەی دوای لابردنی هێزە شێوێنکارەکە دەگوترێ جیرِی.

پرسیارو ڕاهێنان

1. پێکهاتەکانی ئەتۆم چین؟ شوێنی هەریەکیان لە ئەتۆمدا دیاری بکە.
2. سوودی هەبوونی نیوترۆن لە ناوکی ئەتۆمدا چییە؟
3. هەریەك لە پرۆتۆن و نیوترۆن لەچەندو لە چ جۆری کوارکان بیناکراوە؟
4. هەریەك لە ئەمانە روونبکەوە. a)مۆل b) ژمارەی ئۆڤۆگادرۆ.
5. پێناسەی هەریەك لە: a)ژمارەی ئەتۆمی. b) ژمارەی بارستەیی.
c) هاوتاکان، بکە.
6. دووان لە هاوتاکانی کاربۆن بەم شێوە دەردەبڕێن $_6C^{12}$, $_6C^{13}$ مانای هەر یەکیان چیە؟
7. بارستەمۆلی مسی-63 (یەکێکە لە هاوتاکانی مس) دەکاتە $62.93 kg/kmol$، بارستەی ئەتۆمێکی مسی-63 بدۆزەوە.
وەڵام (1.045×10^{-25} $kg/atom$)
8. تێکڕای بارستەی ئەتۆمێکی کلۆر CL چەندە ئەگەر بارستە مۆلی کلۆر $35.453 kg/kmol$ بێت.
وەڵام: $5.88\times10^{-26} kg/atom$
9. بارستەی گەردێکی NH_3 بە کیلۆگرام بدۆزەوە.
بارستە مۆلی نایترۆجین $14.0067 kg/kmol = N$
بارستە مۆلی هایدرۆجین $1.00797 kg/kmol = H$
وەڵام: 2.828×10^{-26} $kg/atom$
10. چەند گەرد لە $10g$ ئاو (H_2O) هەیە.
بارستە مۆلی هایدرۆجین $1.00797\ kg/kmol = H$
بارستە مۆلی ئۆکسجین $15.9994\ kg/kmol$
وەڵام: 3.34×10^{23}

11. جۆرەكانی بۆندەكان چین؟
12. هێزی ڤاندەرڤالز لە نێوان ئەتۆمەكاندا چۆن پەیدا دەبێت، چۆن ئەم هێزە هەوڵدەدات ئەتۆمەكانی ماددەیەك بە یەكتری ببەستێت.
13. چۆن هێزی نێوان گەردەكانی ماددە دەگۆڕێت بە گۆڕانی دووری نێوانیان. گرافی گۆڕانی ئەم هێزە بەرامبەر بە دووری نێوان گەردەكان بكێشە.
14. لە هەرسی دۆخی ماددەیەكدا، رەق، شل، گاز، بەراوردی نێوان گەردەكانی بكە لە رووی، *a*) هێزی نێوانیان.
b) دووری نێوانیان. *c*)تێكرای خێراییان.
15. روونیبكەوە جوولەی براونی چیەو بۆ روودەدات؟
16. چی دەڵێیت دەربارەی ڕیزبوونی ئەتۆمەكان لە:
a) خوێی چێشتدا *b*) گۆگرددا.
17. دۆخی پلازما بە دۆخی چوارەمی ماددەكان حسێبدەكرێت، لە چی پێكدێت لە چ شوێنان هەیە.
18. هۆی روودانی كازیوەی جەمسەری *aurora* لە دوو جەمسەرەكەی زەوی چییە؟
19. بوونی هەریەك لە چینی ئایۆنۆسفیر و مەگنێتۆسفیر لە چینەكانی هەوادا بە دەوری زەوی لە رووی پاراستنی ژیانی بوونەوەرانی سەر زەوی گرنگە. بۆچی؟
20. سیفەتە گشتیەكانی ماددەكان چین؟

بەشی دووەم Chapter 2

جیڕی ELASTICITY



لەو پردە هاوچەرخە لەم وێنەدا نمایشکراوە. بۆ باڵاخانە بەرزەکان و مزگەوت و کڵێسەکانی پێش سەدان ساڵ بیناکراون، پێویستیان بە ئەندازیارو تەلارسازی وەها هەیە کە بتوانن ئەم هێزو فشارانەی دەکەونە سەر پێکهاتەکانی ئەم بنایانە دیاریبکەن، وە رادەی بەرگەگرتن و پەستاوتنیان بزانن. تاکو دڵنیابن لە ئەوەی کە بەشەکانی بیناکە یەکتری رادەگرن و بیناکەش جێگیر دەوەستێ و دانارمێت.

لە ئەم بەشەدا، سیفەتە جیڕیەکانی ماددەکان دەخوێنن و پێناسەی فشارو جێفشار دەکەین، هاوکۆڵکە جیڕیە جیا جیاکان دیاریدەکەین و لە شیاوەتی ماددەکان بۆ راکێشان و پەستاوتن و کوتان... دەکۆڵینەوە.

بەشی دووەم

جیڕی

ELASTICITY

(2-1) جیڕی لە فیزیادا

جیڕی لە فیزیادا، بە مانای سیفەتی ئەو تەنە دێت کە کاتێك هێزێك کاری تێدەکات شێوەو قەبارەکەی دەگۆڕێت پاشان دەگەڕێتەوە بۆ روخسارە بنەڕەتیەکەی کاتێك هێزەکە لادەبرێت، لە رووی کرداریەوە، زۆرتری ماددەکان بەتەواوی دەگەڕێنەوە سەر شێوە بنەڕەتەکانیان بە مەرجێك هێزە شێوێنکارەکە زۆر گەورە نەبێت، ئەگەر هێزە شوێنکارەکە زۆر گەورەبوو ئەوا تەنەکە ناتوانێت بۆ روخسارە بنەڕەتیەکەی بگەڕێتەوە کاتێك هێزە سەپێندراوەکە لادەبرێت، لە ئەنجامدا تەنەکەش توشی تێکچوونێکی شیوەی دائمی دەبێت. لەم حاڵەتەدا دەگوترێ کە تەنە شێوە تێکچووەکە لە سنووری جیڕیدا *elastic limit* تێپەڕیووە.

ئەو مادانەی سنوری جیڕیان نزمە، وەك هەویر و قورقشم و قوڕ. واتە ئەم ماددانە بەهێزێکی کەم شێوەکانیان بە دایمی تێکدەچێت و ناگەڕێنەوە سەر شێوەی جارانیان پاش لابردنی هێزە کارتێکەرەکە.

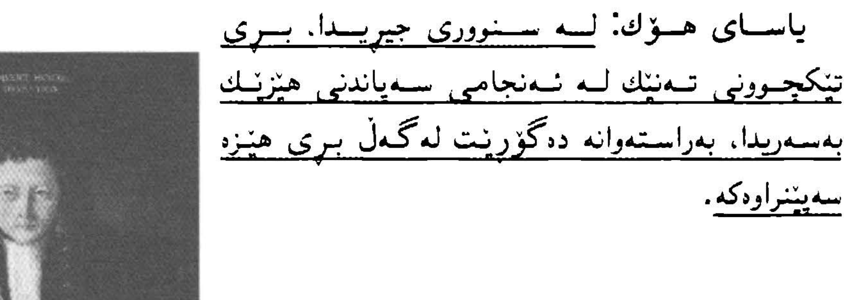
ئەو ماددانەی بەهێزێکی شێوێنکاری کەم لە سنووری جیڕیان (*elastic limit*) تێپەڕدەبن، پێیان دەگوترێ مادده پلاستیکیەکان. هەندێ ماددەی تر وەك پۆلا *steel* سنوری جیڕیان بەرزە، واتە سیفەتی جیڕیان زۆرە ئەو ماددانە بە تەواوی دەگەڕێنەوە سەر شێوەی پێشوویان هەرچەندە ئەگەر هێزە شێوێنکارەکە تا ڕێژەیەك گەورە بێت بە ئەو ماددانە دەگوترێ مادده جیڕەکان. کەواتە لە ئەوانەی پێشەوە بۆمان دەردەکەوێت کە لاستێك ماددەیەکە، سیفەتی جیڕی بەرزی نیە چونکە بە ئاسانی و هێزێکی کەمی دەوێت بۆ ئەوی راکێشرێت و شێوەکەی بگۆڕدرێت.

بەخێرایش ناگەڕێتەوە سەر شێوە بنەڕەتیەکەی. وە لە کاتی درێژکردنەوەی بەهۆی سەپاندنی هێزیکی دەرەکی، یاسایی هۆکی لەسەر ناگونجێت.

2-2) یاسای هۆك[*] Hook's Law

أ-درێژکردنەوەی سپرینگ

ئەگەر توولێك یان تەلێك یان سپرنگێك بە شاولی هەوڵواسرێت، لای سەرەوەی بە قەحیمی بە شوێنی هەڵواسینی ببەسترێت و لە تواناداییت چەند سەنگێك یەك بەسەر یەك بەلا سەربەستەکەی خوارەوەی هەڵبواسرێت، ئەوا دەبینین بڕی ئەو زیادبوونەی لە درێژی هەریەکیان روودەدات (درێژبوونەوە) دەوەستێتە سەر کێشی (weight) ئەو سەنگانەی پێی هەڵدەواسرێت. ئەم پەیوەندیە راستەوانەییەی نێوان بڕی هێزی سەپێنراو و بڕی درێژبوونەوەی (زیادبوونی درێژی) تەنەکە بە یاسای هۆك ناودەبرێت.



یاسای هۆك: لە سنووری جیرپیدا، بڕی تێکچوونی تەنێك لە ئەنجامی سەپاندنی هێزێك بەسەریدا، بەراستەوانە دەگۆڕێت لەگەڵ بڕی هێزە سەپێنراوەکە.



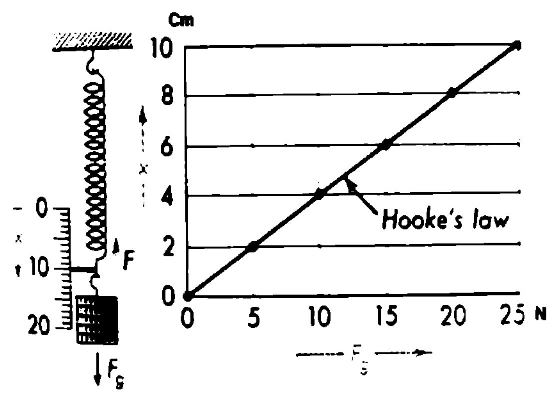
[*] رۆبێرت هۆك (Hooke, Robert (1635-1703)

فیزیاگەرێکی ئینگلیزی، لە زانکۆی ئۆکسفۆرد کاریکردوە. لە وێدا لە دروستکردنی هەندێ ئامێرو دەزگاکان یارمەتی زانا بۆیلی داوە. لە نێوان کارە بەجێهێنراوە زۆرەکانی: یاسای هۆك و تەرازووی سعات و میکرۆسکۆبی پێکهاتوو بووە (compound Microscope)، لە ساڵی 1665 ئەم میکرۆسکۆبەی بۆ لێکۆڵینەوەو تەماشاکردنی ریشاڵە رووەکیەکان بەکارهێناوە، بینیەتی ئەم ریشاڵانە بە شێوەی سندوقی بچووك بچووك بیناکراون. ناویلێناوون خانەکان (Cells)، لە نێوان قوتابیانی کۆلێژە ئەندازمییەکان ئەوە لە دوای ئەوە بەهۆی یاساکەیەوە (یاسای هۆك) کەسایەتیەکی ناسراوە. دوای ئاگرە گەورەکەی لەندەن، لە نوی بیناکردنەوەی شارکە هاوبەشیکردووە. دوای حەوت ساڵ بە نەخۆشی بەسەربردن، لە 3/3/1703 دونیای زیندوانی جێهێشتووە.

یاسای هۆك بە ئەم شیوەش دەردەبڕێت

(شێوێنبوون دەوەستێتە سەر هێزی شێوێنەر)

ئـەو سپرینگەی لـە وینـە (1-2) نمایشـکراوە، بـۆ هـەر سـەنگێکی هەڵواسـراو کێشـەکەی F_g(weight) بێـت، سـپرینگەکە بـۆ لادانـی X درێژدەبێتـەوە. (واتـە درێژییەکەی بە بڕی X زیاد دەکات).



وێنە (2-1)
تاقیکردنەوەیەك بۆ
ڕوونکردنەوەی یاسای هۆك

ئەگەر دووەم سەنگ هەمان کێشی سەنگی یەکەمی هەبێت بخرێتە سەر سەنگی یەکەم و هەردووکیان بە سپرینگەکە هەڵواسرێن، درێژبوونەوەی گشتی سپرینگەکە دەبێتە دوو هەندی جاری یەکەم (2X)، وە ئەگەر سەنگی سێیەم بخرێتە سەر دوو سەنگەکەی پێشتر، ئەوا بڕی درێژ بوونەوەی گشتی سپرینگەکە دەبێتە سێ هەندی درێژبوونەوەی جاری یەکەم (3X) ئەم تێبینیانەی پێشوو بە گراڤی وینە (1-2) ڕوونکراوەتەوە.

لە گرافەکەدا، بەهاکانی X لەسەر تەوەری شاولی و بەهاکانی کێشەکانی سەنگە هەڵواسراوەکان لەسەر تەوەری ئاسۆیی دانراون.

بۆ زیاتر ڕوونکردنەوە: کاتێك یەکەم 5 نیوتن بە سپرینگەکە هەڵدەواسرێت، ئەوا درێژبوونەوەی سپرینگەکە (زیادبوون لە درێژییەکەی) دەبێتە 2cm، بە هەڵواسینی دوو 5 نیوتن، درێژبوونەوەی گشتی دەبێتە 4cm، بە هەڵواسینی سێ 5 نیوتن، درێژبوونەوەی گشتیەکەی دەگاتە 6cm، ئەنجامی بەردەوامبون لەسەر ئەم جۆرە هەڵواسینە بە گرافی وێنە (1-2) ڕوونکراوەتەوە. کە تیایدا دەبینین بە زیادکردنی هەر کێشکێکی پێنج نیوتنی کە بە سپرینگەکە هەڵدەواسرێت، 2cm زیادبوون لە

درێژییەکەی دروست دەکات، ئەم پەیوەندیەش، لەنێوان هێزی سەپێنراوو زیادبوون لە درێژی سپرینگەکە، بیرکاریانە بە ئەم شێوە هاوکێشەیە دەربڕێت.

$$F_g = kx \quad ..... (2\text{-}1)$$

K بڕێکی نەگۆڕە پێی دەگوترێ نەگۆڕی سپرینگەکە (spring constant) لە تاقیکردنەوەکەی سەرەوە دەکاتە $2.5N/cm$. ئەمەش مانای ئەوەیە: لە گرافەکەدا، هەر بەهایەکی x بە 2.5 لێبدرێت ئەوا بەهای کێشی سەنگی هەڵواسراوی بەرامبەری دەردەچێت. ئەمەش بزانە کە کاتێك سپرینگەکە بەهێزێکی دەرەکی F_g بەرەو خوار کاری تێدەکریت و سپرینگەکە بۆ لادانی x رادەکێشرێت (stretched)، ئەوا هەر سپرینگەکە خۆی بەهێزێکی بەرهەڵستکار F بە ئاراستەی پێچەوانەی هێزی F_g، بەرەو سەر کار لە سەنگە هەڵواسراوەکە دەکات. کەواتە:

$$F = -kx \quad .... \; .....(2\text{-}2)$$

نیشانە سالیبەکە، ئاماژەیە بۆ ئەوەی کە (X) و هێزی جیری سپرینگە F بە ئاراستە پێچەوانەی یەکترن، ئەم هاوکێشەیە دەربڕینێکی بیرکاریانەی یاسای هۆکە. K نەگۆڕی سپرینگەکەیە، ئەمەش بڕی ئەو هێزە دیاریدەکات کە پێویستە بۆ سپرینگەکە بۆ ئەوەی تا یەکەی لادان درێژ بکرێتەوە.

کاتێك سپرینگێك، بە هێزێك رادەکێشرێت یان دەپەستێورێت ئەوا ئەم هێزە ئیش (work) بەسەر سپرینگەکە جێبەجێدەکات، ئەم ئیشەش بە شێوەی ماتە ووزەی جیری لە سپرینگەکەدا هەڵدەگیرێت، بڕی ئەم ماتە وزەش بە بڕی ئەو ئیشەی هێزەکە لەماوەی درێژبوونەوەی سپرینگەکە دەیکات، دەپیورێت. یان دەکاتە سالیبی ئەو ئیشەی هێزی جیری سپرینگەکە F (هێزی گەڕینەرەوە) جێبەجێی دەکات.

لە وێنە (2-1)دا، کاتێك سپرینگەکە بۆ لادانیx درێژدەکرێتەوە، هێزی گەڕینەرەوە F لە نێوان 0 بۆ $-kx$ دەگۆڕێت. بۆیە تێکڕای average ئەم هێزە بەپێی لادانەکەی دەکات$-\frac{1}{2}kx$، ئاشکرایە، کە ئەو ئیشەی هەر هێزێك دەیکات، دەکاتە بڕی هێزەکە جاران بڕی لادانی خاڵی کارکردنەکەی.

کەواتە ئەو ئیشەی هیزی گەڕێنەرەوە F بەسەر سپرینگەکە دەیکات دەبێتە:

$$Work = \left(-\frac{1}{2}kx\right)(x)$$

$$W = -\frac{1}{2}kx^2$$

بەپێی پیناسەکە، سالیبی ئەم بڕەیە دەبێتە ماتەوزەی پێوراوەکەی سپرینگە درێژبووەکە بە گوێرەی ماتەوزە لە حالەتە سەرەتاییەکەی، کەواتە:

$$E_p = \frac{1}{2}kx^2 \quad ...... (2\text{-}3)$$

ماتە وزەی جیڕی سپرینگەکە بە جوول دەپیورێت کاتێك k بە N/m و x بە مەتر دەپیورێت.

نموونە:

سپرینگێك کە کێشی $20N$پێ هەڵدەواسرێت $4cm$ درێژدەبێتەوە. ئایا ماتە وزەی جیڕی هەڵگیراو لە سپرینگەکە چەند دەبێت ئەگەر بۆ لادانی $3cm$ درێژ بکرێتەوە؟

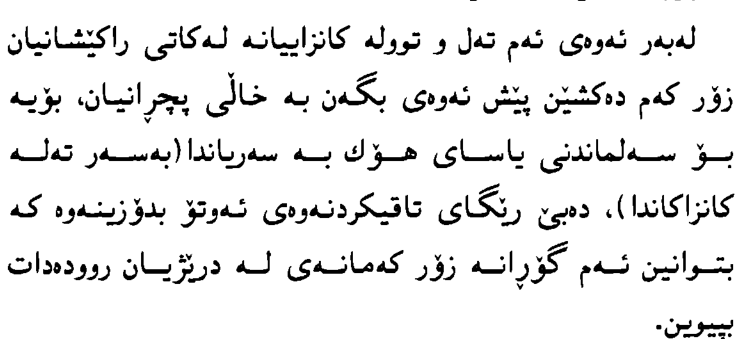
شیکار:

$$k = \frac{F_g}{x} = \frac{20}{0.04} = 500N/m$$

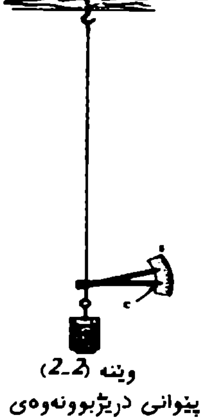
$$E_p = \frac{1}{2}k\,x^2 = \frac{1}{2}(500)(0.03)^2 = 0.225J$$

ب-درێژکردنەوەی تەلێك

چۆن یاسای هۆك بەسەر درێژکردنەوەی سپرینگەکەی پێشتر وەسفمان کرد دەگونجێت. بەهەمان شێوە هەمان یاسا لەسەر درێژکردنەوەی تەل و توولە کانزاییەکانیش دەگونجێت.



لەبەر ئەوەی ئەم تەل و توولە کانزاییانە لەکاتی راکێشانیان زۆر کەم دەکشێن پێش ئەوەی بگەن بە خاڵی پچڕانیان، بۆیە بۆ سەلماندنی یاسای هۆك بە سەریاندا (بەسەر تەلە کانزاکاندا)، دەبێ ڕێگای تاقیکردنەوەی ئەوتۆ بدۆزینەوە کە بتوانین ئەم گۆڕانە زۆر کەمانەی لە درێژیان ڕوودەدات بپیوین.



وێنە (2-2)
پێوانی درێژبوونەوەی تەلێك.

یەکێك لەم دەزگا سادانەی کە بۆ لێکۆڵینەوەی سیفەتە جیرِیەکانی تەلە کانزاییەکان بەکاردیت لە وێنە (2-2) پیشاندراوە، لای سەرەوەی تەلەکە بە توندی بە خاڵی هەڵواسین دەبەستین، بەلای خوارەوەشی، هەڵگری سەنگەکان قایم دەکەین. بەخاڵێك نزیك کۆتایی خوارەوەی تەلەکە، نیشاندەرێك -بە شیوەی نۆیلە- دەبەستین، بڕی جوولەی کۆتاییە سەربەستەکەی ئەم نیشاندەرە CS ئاماژە بۆ بڕی درێژبوونەوەی تەلەکە دەکات، کاتێك سەنگەکان یەك بەسەر یەك بە تەلەکە هەڵدەواسێن.

هەروەك لە حالەتی سپرینگەکەی پێشوو، بڕی درێژبوونەوەی تەلی کانزایش هاورێژە دەبێت لەگەڵ کێشی ئەو سەنگانەی پێی هەڵدەواسرێت، واتە درێژبوونەوەی تەلەکە لەگەڵ هێزی سەپێنراو هاورِێژە دەبن. ئەم زیادبوونانەی لە درێژی تەلەکە روودەدەن بەرامبەر هێزە سەپێنراوەکان بە بەشە راستەکەی AE لە گرافی وێنە (2-3) دا نوێندراوە. لەم بەشەدا تەلەکە لە سنوری جیرِیدا دەمێنێتەوە، چونکە کاتێك سەنگە هەڵواسراوەکان لادەبەین، تەلەکە بۆ درێژیە بنەرِەتییەکەی دەگەرِێتەوە.

ئەگەر دوای خاڵی E، بەردەوامبین لەسەر دانانی سەنگەکان بە جۆرێك تا وای لێدێت هیزە سەپێنراوەکە زۆر گەورە دەبێت، لەم حاڵەتەدا زیادبوونی درێژی بە خێرایی روودەدات، چی دی زیادبوونی درێژی لەگەڵ زیادبوونی هێزی سەپێنراو هاورێژە نابن و چی دی یاسای هۆك بەسەر تەلەکە کارا نابێت،

ئەمەش بە بەشی Ep لە گرافەکەدا نوێندراوە بە ئەو فشارەی بەرامبەر بە خاڵی E، کە لەم خاڵەوە چی دی یاسای هۆك بەسەر تەلەکە پەیرِەو نابێت، دەگوترێ سنووری جیرِی *elastic limit* دوای خاڵي E ئەگەر بە هەڵواسینی

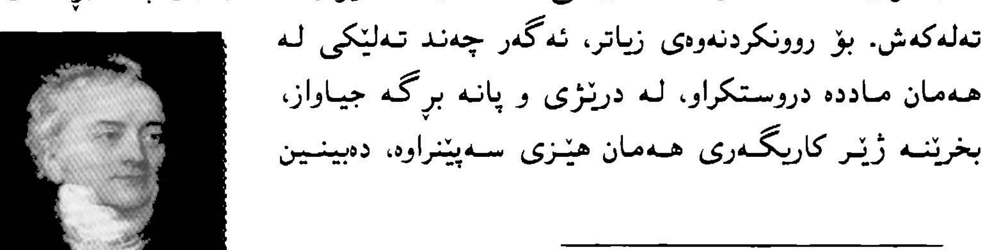
وێنە (2-3).
گرافی کشانی تەلێك، یاسای هۆك و سنووری جیرِی و خاڵی پچرِان پیشاندەدات.

سـەنگەکان بـەردەوامبین ئـەوا تەلەکـە لـە سـنووری جیـڕی تێپـەڕدەبێت تەلـە درێژبۆوەکـەش دوای لابردنـی سـەنگە هەڵواسـراوەکان ناگەڕێتـەوە بـۆ درێژیـە بنەڕەتییەکەی بەڵکو بە دائمی دەشێوێت و بە درێژکراوەیی دەمینێتەوە. دوای ئەمە بە زیـادکردنی سـەنگە هەڵواسـراوەکان، لـە هێزێکـی سـەپێنراوی دیـاریکراو تەلەکـە دەپچڕێت (دەپسێت) ئەمەش بە خاڵی P لە گرافەکەدا نویندراوە.

2_3) هاوکۆلکەی جیڕیە جیاوازەکان Different Moduli of elasticity

a) هاوکۆلکەی یۆنگ (*) Young's Modulus

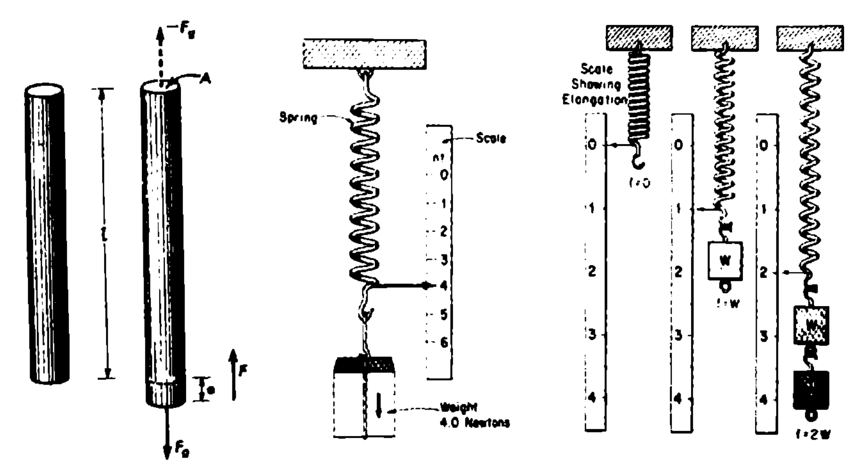
لـە وینـە (2-2) دا، کـە تیایـدا تـەلێك لـە لای سـەرەوەی بـە کلاپێـك *clap* بەسـتراوە، لای خوارەوەشـی هـەڵگری سـەنگەکان پـێ ی هەڵواسـراوە، بـڕی درێژبوونەوەی ئەم تەلە تەنها ناوەستێتە سەر بڕی ئەو هێزەی دەسەپێندرێتە سەری، واتە تـەنها ناوەستێتە سەر کێشی سەنگە هەڵواسراوەکان، بـەڵکو هـەروەها دەوەستیتە سەر جۆی ئەو ماددەی تەلەکەی لی دروستکراوەو درێژی و رووبـەری پانـە بڕگـەی تەلەکەش. بۆ روونکردنەوەی زیاتر، ئەگەر چەند تـەلێکی لـە هـەمان مـاددە دروستکراو، لـە درێژی و پانـە بڕگـە جیـاواز، بخرێنـە ژێـر کاریگـەری هـەمان هێـزی سـەپێنراوە، دەبینـین



* تۆماس یۆنگ *Young, Thomas* (*1773-1829*)
فیزیا زانـی بـەریتانی و پزیشـك و شـارەزای زمانـان بـووە. لـە منداڵیـەوە ژیـرو زیرەکیەکـەی سەرسوڕمێن بووە. پێش نۆزدە ساڵی لـە توانایـدابووە بـە چوارده زمـان (لەنێوانیاندا عـەربی) بگوفتێ. لێکۆڵینەوە زووەکانی دەربارەی چاو و بینـین بـووە. بـە بیردۆزە شـەپۆلی رووناکی ناوبـانگی دەرکـردووە. لـەم بیـردۆزەدا پێشـنیار دەکـات، رووناکی سیفەتی شـەپۆلی هەیـە (*1800-1804*). لەسـەر بنچینـەی ئـەم بیـردۆزەوە تـوانی دیـاردەی بـە یەکـداچوون *Interference* لـە رووناکی لێکبداتـەوە. لـە بـواری سیفەتە جیڕیـەکانی مـاددە زۆر تاقیکردنـەوەی کرداری ئەنجامـداوە. هاوکۆڵکـەی جیـڕی ماددەکـان، وەك رێزلێنـان بـۆی بـە هاوکۆلکـەی یۆنـگ نـاونراوە. هـەواداری یۆنـگ بـۆ زمانـە کۆنـەکان" هانیـداوە خـەریکی شـیکردنەوەی هێماکـانی زمـانی هیرۆگلیفـی مصـری کـۆن بێـت، بەشداری لـە خوێندنـەوەی هێماکانی (حجر الرشید) (*Rosetta Stone*) کردووە لە *10/5/1829* کۆچیدواییکردوە.

بڕی ئەو درێژبوونەوەی لە هەر تەلێکیان روودەدات بە درێژی بنەڕەتی تەلەکەو رووبەری پانە بڕگەکەی بەندە. چەند تەلەکە درێژتر بێت، بڕی درێژبوونەوەکەی زۆرتر دەبێت و چەند ئەستوورتربێت، بڕی درێژبوونەوەکەی کەمتر دەبێت.

گۆڕان لە درێژی تەلێك، دەوەستێتە سەر درێژی و رووبەری پانە بڕگەو جۆری ماددەی تەلەکەو بڕی هێزی سەپێنراو. ئەم هۆکارانە لە هاوکێشەی خوارەوە کۆکراونەتەوە. وێنە (2-4).



وێنە (2-4) هاوکۆڵکەی یۆنگ بۆ راکێشانی تەلێك یان تولێك بە $FL_o/A\Delta L$ دەستدەکەوێت.

$$\Delta L = \frac{1}{E}\,\frac{F}{A}\,.\,L_o \quad .... (2\text{-}4)$$

ΔL= گۆڕان لە درێژی تەلەکە

L_o = درێژی بنەڕەتی تەلەکە

A = رووبەری پانە بڕگەی تەلەکە

F = هێزی سەپێنراوە

E = نەگۆڕی هاورێژەیە، پێی دەگوتری هاوکۆڵکەی جیری ماددەی تەلەکە. یان پیی دەگوترێ هاوکۆڵکەی یۆنگ Young's Modulus. (مۆجیولی یۆنگ) بە Nt/m^2 دەپیورێت.

هاکۆڵکەی یۆنگ E سیفەتێکی ماددەیە بۆیە ناوەستێتە سەر قەبارەو شێوەی تەلەکە. لە راستیدا لە بواری کرداریدا سوودێکی زۆری هەیە، چونکە بە زانینی

هاوکۆلکەی یۆنگی ماددەیەك، دەتوانرێت بڕی درێژبوونەوەی تەلێك یان توولیکی دروستکراو لە ماددەکە حسێب بکرێت کاتێك دەخرێتە ژێر سەپاندنی هێزێکی زانراو.

هاوکێشەی (4) بە ئەم شێوەش دەنووسرێت.

$$E = \frac{F/A}{\Delta L/L_o} \quad .... \; .... \quad (2\text{-}5)$$

لەم هاوکێشەی (2-5) دا، بە ڕێژی $\frac{F}{A}$ دەگوترێ فشاری ڕاکێشان tensile stress، بە N/m^2 دەپیورێت.

فشاری ڕاکێشانی ماددەیەك، بریتیە لە ڕێژەی نێوان ئەو هێزەی بە ئەستوونی دەخرێتە سەر یانە برگەی تەلێکی دروستکراو لە ماددەکە بۆ ڕووبەری یانە برگەکەی.

$$\text{فشار}\ (stress) = \frac{F}{A} \quad ..... \quad (2\text{-}6)$$

لە هاوکێشە (2-5) دا.

بەڕێژەی $\frac{\Delta L}{L_o}$ دەگوترێ جێفشار strain

جێفشار: بریتیە لە ڕیژەی نێوان گۆڕان لە درێژی تەلێك بۆ درێژیە بنەڕەتیەکەی (واتە بڕی گۆڕانە لەیەکەی درێژی).

$$Strain\ \text{جێفشار} = \frac{\Delta L}{L_o}$$

جێفشار بڕێکی بی یەکەیە، چونکە ڕێژەی نیوانی دوو بڕە بە هەمان یەکەی درێژی دەپێورێن. بە گەڕانەوە بۆ هاوکێشەی (2-5) دەتوانین بنووسین کە:

$$E = \frac{stress}{strain}$$

$$\text{هاوکۆلکەی یۆنگ}\ (E) = \frac{\text{فشار}}{\text{جێفشار}}$$

کەواتە هاوکۆلکەی یۆنگ: بریتیە لە ڕێژی نێوان فشار بۆ جێفشار.

لە هاوکێشەی (2-5)وە

$$\therefore E = \frac{FL_o}{A\Delta L} \quad ..... \quad (2\text{-}7)$$

هاوکۆلکەی یۆنگی

هەندێك لە ماددەکان لە خشتەی (2-1) نمایشکراوون.

Material	ماددەکان	Yong's Modulus $E(N/m^2)$	Shear modulus, $G(N/m^2)$	Bulk modulus, $B(N/m^2)$
Iron, cast	ئاسن	100×10^9	40×10^9	90×10^9
Steel	پۆلا	200×10^9	80×10^9	140×10^9
Brass	برۆنز	100×10^9	35×10^9	80×10^9
Aluminum	ئەلیمنیوم	70×10^9	25×10^9	70×10^9
Concrete	کۆنکریت	20×10^9		
Brick	خشت	14×10^9		
Marble	مەرمەر	50×10^9		70×10^9
Granite	گرانیت	45×10^9		45×10^9
Wood (pine) (parallel to grain)	دار	10×10^9		
(perpendicular to grain)	(صنەوبەر)	1×10^9		
Nylon	نایلۆن	5×10^9		
Bone (limb)	ئێسك (دەست ولاق)	15×10^9	80×10^9	
Liquids	شلەکان			
Water	ئاو			2.0×10^9
Alcohol(ethyl)	ئەلکهول (ئەثیلین)			1.0×10^9
Mercury	جیوە			2.5×10^9
Gases	گازەکان			
Air, H_2, He, CO_2				1.01×10^9

خشتەی (2-1) مۆجیولی یۆنگ. *Elastic moduli*

نموونە:

تەلێکی برۆنز(*Brass*)، *3m* درێژەو رووبەری پانە برگەی $2mm^2$ یە، بە ساپیتەیەك (میچێك) شۆڕکراوەتەوە، ئایا چەند درێژ دەبێت، کاتێك سەنگی *2kg* بەلای خوارەوەی هەڵدەواسترێت.

شیکار:

لە خشتەی (2-1) هاوکۆڵکەی یۆنــگی برۆنز دەردەهــینین. دەکاتە:

$100 \times 10^9 \ N/m^2$

بە لە جیاتیدانان لە هاوکێشەی (7).

$$E = \frac{FL}{A\Delta L}$$

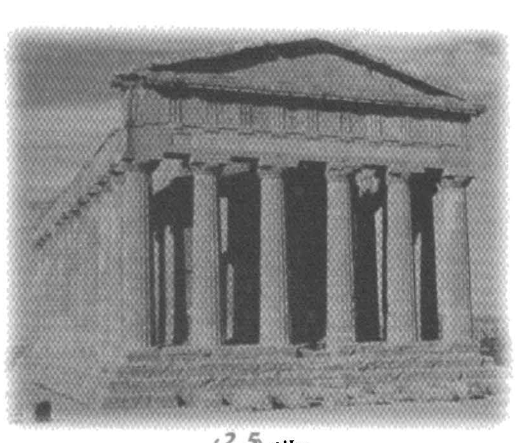
$$100\times10^9 = \frac{2\times9.8\times3}{3\times10^{-6}\times\Delta L}$$

$$\Delta L = \frac{2\times9.8\times3}{3\times10^{-6}\times100\times10^9}$$

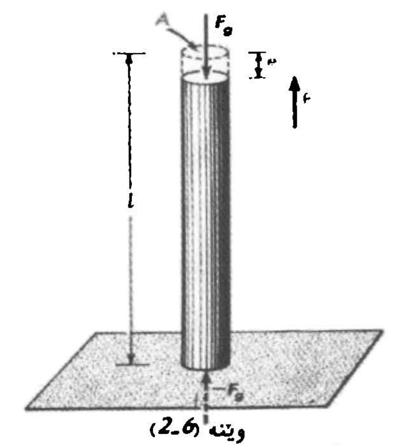
$$\Delta L = 2.94 \times 10^{-4}\ m = 0.294\ mm$$

پەستاوتن Compression

ئەو جێفشارەی (*strain*) لە ئەنجامی فشاری راکێشان *tensile stress* پەیدا دەبێت تەنها جۆرێکە لەو جۆرە فشارانەی دەخرێنە سەر تەنەکان، جۆری تری فشار هەن وەك فشاری پەستاوتن *compressive stress* و فشاری بڕین *shear stress* و فشاری قەبارەیی *Bulk stress*. **فشاری پەستاوتن،** بە تەواوی پێچەوانەی فشاری راکێشانە، لە جیاتی ئەوەی ماددەکە راکێشرێت، دەپەستیورێت، هێزەکەش بەرەو ناوەوە کار لە تەنەکە دەکات، بۆ نموونە ئەو قورساییەی دەکەوێتە سەر کۆڵەگەی ناو ماڵ، کۆڵەگە تووشی فشاری پەستاوتن دەکات. وەك ئەو ستوونانەی پەرستگەیەکی *temple* گریکی. وێنە (2-5).



وێنە (2-5)
پەرستگەیەکی گریک پێش 2500 ساڵ بیناکراوە



وێنە (2-6)
هاوکۆلکەی یۆنگ بۆ پەستاوتنی توولێك بە بەکارهێنانی هاوکێشەی $E = \frac{FL}{A\Delta L}$ دەستدەکەوێت.

لە وێنە (2-6) دا، هێزی F_g سەپێندراوەتە سەر دوو کۆتاییەکەی توولێك بە مەبەستی پەستاندنی، لە ئەنجامدا توولەکە کەمێك کورتدەبێتەوە، ئەو کەمبوونەی لە درێژی توولەکە روودەدات، هەر وەك ئەو زیادبوونە دەبێت کە لە درێژییەکەی روودەدات کاتێك هەمان هێز F_g دەسەپێندرێتە سەری بۆ مەبەستی راکێشانی.

ئەمەش ئەوە دەسەلمێنێت کە یاسای هۆك بۆ حالەتی پەستاوتنیش دەگونجێت و بەهاکانی هاوکۆلکەی یۆنگ بۆ فشاری راکێشان هەمان بەهاکانیەتی بۆ فشاری پەستاوتن.

هاوکێشەی (2-7)، لە سنووری جیریدا بۆ فشاری راکێشان و فشاری پەستاوتن بەکاردیت.

نموونە:

بارێك بارستەکەی 8167kg، خرایە سەر کۆڵەگەیەکی ستوونی لە ئاسن دروستکراو. بەرزیەکەی 5.5m و رووبەری پانە برگەکەی $19.35cm^2$ بوو. ئایا ئەم کۆڵەگەیە چەند کورت دەبێتەوە.

$$E_{\text{ئاسن}} = 2\times10^{11}\ N/m^2$$

شیکار:

بە بەکارهێنانی هاوکێشەی (2-7)

$$E = \frac{FL}{A\Delta L}$$

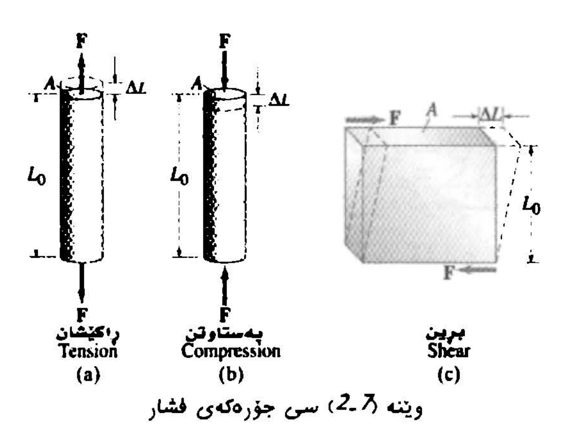
$$\therefore \Delta L = \frac{FL}{EA} = \frac{8167 \times 9.8 \times 5.5}{2 \times 10^{11} \times 19.35 \times 10^{-4}}$$

$$=11374.7\times10^{-7} m \qquad =0.1137cm$$

b) هاوکۆلکەی جیڕی بڕین

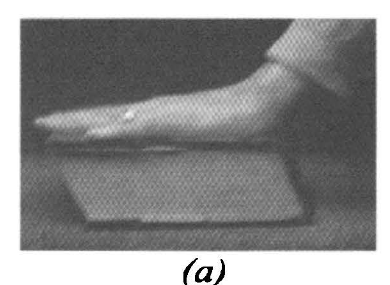
Coefficient of shear elasticity, Or Shera Modulus

وێنە (2-7)، بەراورد لە نێوان فشاری راکێشان و فشاری پەستاوتن و جۆرێکی تری فشار دەکات، ئەویش فشاری بڕینە *Shera Stress*. ئەو تەنەی دەخرێتە ژێر کاریگەری فشاری بڕین، دوو هێزی یەکسان و پێچەوانە، هەر یەکیان بە تەریبی کار لە یەکێك لە دوو ڕووی بەرامبەری یەکتری تەنەکە دەکەن.

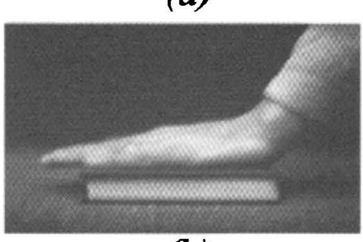


وێنە (2-7) سێ جۆرەکەی فشار

وەك نموونەیەك، ئەگەر کتێبێك یان خشتێك بەڕووی مێزێکدا چەسپکرا، ئینجا هێزیك تەریب بە ڕووی سەرەوەی تەنەکە بخرێتە سەری و مێزەکەش بە هێزێکی یەکسان وە پێچەوانە، تەریب بە ڕووی بنەوە کار لە تەنەکە بکات. ئەوا، هەرچەندە گۆڕانێکی بایەخدار لە دووریەکانی تەنەکە دیار نادات، بەڵام شێوەی تەنەکە دەگۆڕێت بۆ ئەو شێوەی لە وێنە (2-7c) نمایشکراوە.



(a)



(b)

وێنە (2-8) کتێبە ئەستوورەکە (a) زۆرتر دەخزێت لە چاو کتێبە تەنکەکە (b)، کاتێك هەمان هێزی بڕین دەخرێتە سەریان.

دەتوانین هاوکێشەیەك وەك هاوکێشەی (2-4) بۆ ئەم حالەتە بەکاربهێنین.

$$\Delta L = \frac{1}{G}\frac{F}{A}L_o \quad .... \ (2\text{-}8)$$

$$G = \frac{F/A}{\Delta L / L_o} = \frac{\text{فشاری بڕین}}{\text{جێفشاری بڕین}} \quad ..... \ (2\text{-}9)$$

بەڵام دەبێت، A, L_o, ΔL وەك لە وێنەی (2-7c)دا ئاماژەیان پێکراوە روونبکرێنەوە. سەرنج

بدە کە A رووبەری رووەکەیە تەریبە بە هێزی (F)ی سەپێنراو. (ئەمەش بزانە، لیرەدا F لەسەر رووی A ستوون نیە وەك لە حالەتی راکێشان و پەستاوتن) وە ΔL ستوونە لەسەر L_o . G نەگۆڕی هاوڕێژەیە، پێی دەگوترێ هاوکۆلکەی جیری بڕین Shear Modulus. وێنە (2-8) هۆی بۆ L $\Delta L\propto$ روونەدەکاتەوە، لە وێنەکە دەبینیت بۆ هەمان فشاری بڕین، کتێبە ئەستوورەکە زۆرتر خزاوە لە چاو کتێبە تەنکەکە.

نموونە:

فشارێکی بڕین خرایە سەر تەبەقێکی پۆڵا، درێژی لایەکی $0.5m$ و $1.1cm$ ئەستوورە. وێنە (2-9) ئەگەر ئەو جێفشارە بڕینەی کە لە ئەنجامی ئەو فشارە پەیدادەبێت 0.05 بێت. بڕی هێزی کارکردوو چەندە.

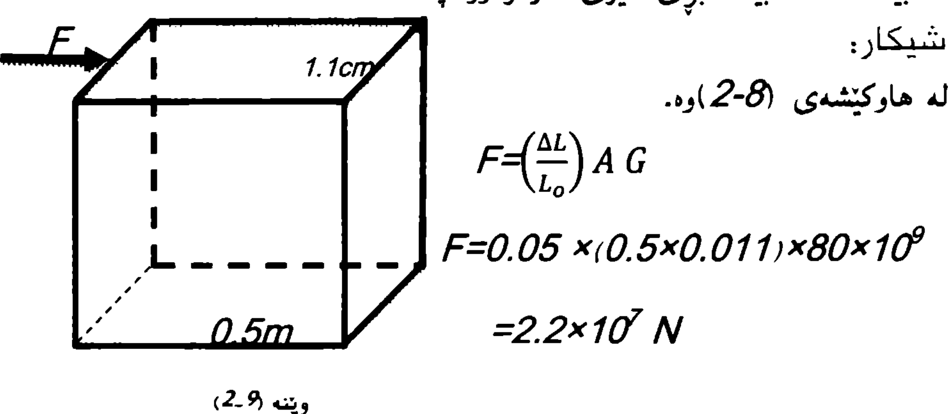
شیکار:

لە هاوکێشەی (2-8)وە.

$$F=\left(\frac{\Delta L}{L_o}\right) A\, G$$

$$F=0.05\times(0.5\times0.011)\times80\times10^{9}$$

$$=2.2\times10^{7}\ N$$



وێنە (2-9)

c) هاوکۆلکەی جیری قەبارەیی

Coefficient of volume elasticity or Bulk Modulus

ئەگەر پەستان لەهەموو لایەکەوە بخرێتە سەر تەنێك، ئەوا قەبارەی تەنەکە بچووکدەبێتەوە، وەك لە ئەو حالەتەی کە تەنێك لەناو شلگازێکدا نقومدەکرێت، شلگازەکە بە هەموو ئاراستەیەك پەستان دەخاتە سەر تەنەکە، لە ئەنجامدا قەبارەی تەنە نقوومبووەکە بچووکدەبێتەوە. (شلگاز مانای شل یان گاز). وێنە (2-10) زاروەی پەستانیش پاشان لە بەشی سێیەمدا دەخوێنین. پەستان پێناسە دەکرێت، بە

بــڕی ئــەو هێــزەی بــە ئەســتوونی دەکەوێتــە ســەر یەکــەی رووبــەر، لــەم پێناســەوە دیاردەکەوێت کە پەستان بەرامبەرە بە فشار.

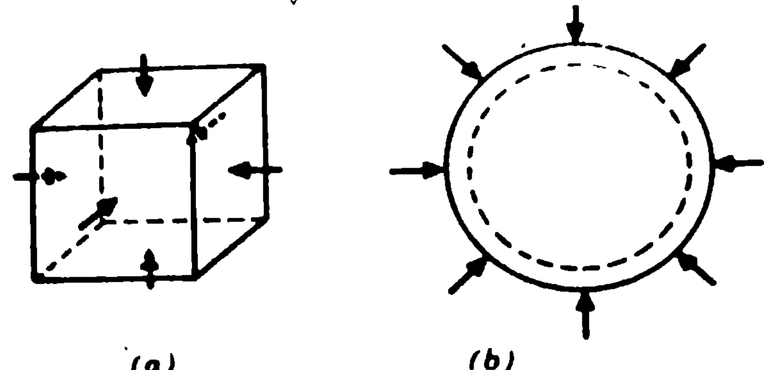
بڕی گۆڕان لە قەبارە ΔV بەراستەوانە دەوەستێتە سەر قەبارەی بنەرەت V_0 و زیادبوون لە پەستان ΔP و جۆری ماددەی تەنەکە. ئەم هۆکارانە لە هاوکێشەی (2-10) کۆکراونەتەوە.

$$\Delta V = \frac{-1}{B} V_0 \Delta P \qquad ..... (2\text{-}10)$$

$$B = \frac{-\Delta P}{\Delta V / V_0} = \frac{\text{فشاری قەبارەیی}}{\text{جێفشاری قەبارەیی}} \quad ..(2\text{-}11)$$

B نەگۆڕی هاورێژەیە، پێی دەگوترێ هاوکۆلکەی جیڕی قەبارەیی Bulk Modulus نیشانە سالیبەکەش کە لە هاوکێشەکە دانراوە، ئاماژەیە بۆ ئەوەی بە زیادکردنی پەستان قەبارەی تەنەکە بچووك دەبێتەوە.

لەبەر ئەوەی شلەو گاز شێوەی جێگیریان نیە بۆیە تەنها هاوکۆلکەی جیڕی قەبارەیی بۆیان دەگونجێت. هاوکۆلکەی یونگ و بڕینیان نیە.



وێنە (2-10) فشاری قەبارەیی. هێزی ستوونی لەسەر (a)رووەکانی شەشپاڵوێك (b) رووی گۆیەك.

نموونە:

بۆ ئەوەی $3.3\times10^{-3}m^3$ ئاو لە بارێکدا بهێڵدرێتەوە کە $\%1$ی قەبارەکەی لێ داشکاندرابێت (کەمکرابێتەوە) ئەوا پێویستی بە هێزی $2.34\times10^{7}N$ هەیە بخرێتە سەر یەکەی رووبەر. ئایا هاوکۆلکەی جیڕی قەبارەیی ئاو چەندە؟ (bulk modulus)

شیکار:

لە هاوکێشەی *2-11*.

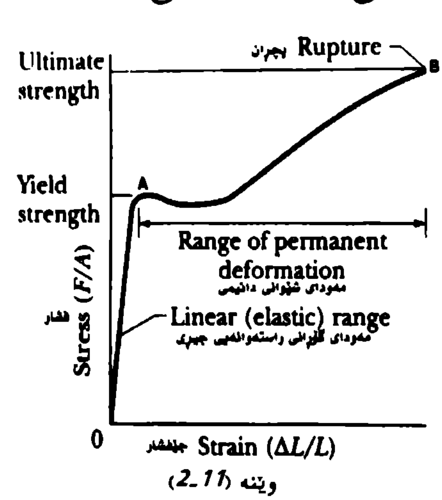
$$\because B=\frac{-\Delta P}{\Delta V/V_o}$$

بەڵام $\frac{-\Delta V}{V_o}=\frac{-0.01\times3.3\times10^{-3}}{3.3\times10^{-3}}= -1\times 10^{2}$

$$\therefore B=\frac{-2.34\times10^{7}}{-1\times10^{-2}} =2.34\times10^{9}\ N/m^{2}$$

2-4) ئەوپەڕی گرژی *Ultimate Strength* (بەرگەگری)

کاتێك فشاری راکێشانی سەر تەلێك بەرە بەرە زیاددەکرێت، تا دەگاتە بڕی ئەو فشارەی تیایدا تەلەکە دەپچڕێت (دەپسێت)، وە بەوردی بڕی جێفشارەکانی بەرامبەر بڕی فشارە زیادکراوەکان دەپیورێن، ئینجا ئەو ژمارانەی دەستدەکەون بە گرافیك دەربڕێن، دەبینین گرافێکمان دەستدەکەوێت وەك ئەوەی لە وێنە (2-11) پیشاندراوە. لە گرافەکەوە دیاردەکەوێت، لە مەودایەکی فراوان کارکردنی فشارەکە کە لەم مەودایەدا گرافەکە هێڵێکی راستە (*OA*)، پەیوەندی نێوان فشارو جێفشار راستەوانەییە، تەلەکەش لەو مەودایەدا چاکدەبێتەوەو دەگەڕێتەوە سەر درێژییە بنەڕەتیەکەی کاتێك فشارەکەی لەسەر هەڵدەگیریت، دەلێین تەلەکە هێشتا لە سنووری جیریدا ماوە، یاسای هۆکی لەسەر دەگونجێت و هاوکێشەی (*2-7*) بۆ ئەم بەشەی گرافەکە بەکاردیت.



وێنە (*2-11*)
گرافی فشار-جێفشاری تەلێکی پۆلا. کاتێك فشارەکە تێپەڕدەبێت لە سنووری جیری پۆلا، *elasticity limit* تەلەکە بە دائیمی دەشێوێت. وە کاتێك فشارەکە تێدەپەڕێت لە ئەوپەڕی گرژی پۆلا *Ultimate strength* تەلەکە دەپچڕێت.

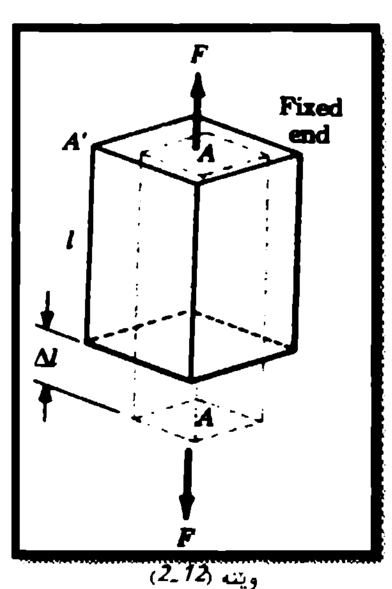
بە بڕی ئەو فشارەی بەرامبەری خاڵی *A* لە گرافەکەدا، دەگوتری سنووری

جیڕی *elasticity limit*، چونکە ئەگەر فشاری سەر تەلەکە زیادکرا بۆ دوای ئەو خاڵە (بۆ دوای سنووری جیڕی) ئەوا تەلەکە بە دائیمی دەشێوێت و کاتێك فشارەکە لادەبردرێت بۆ درێژیە بنەڕەتیەکەی ناگەڕێتەوە. کەواتە سنووری جیڕی: بریتیە لە گەورەترین بڕی فشار، کە تەلەکە تیایدا دەگەڕێتەوە باری درێژیە بنەڕەتیەکەی دوای لابردنی فشارەکە.

ئەگەر دوای سنووری جیڕی، لە مەودای *AB* دا (بڕوانە گرافەکە) فشارەکە هەر زیادبکرێت تا لە کۆتاییداو لە فشارێکی دیاریکراودا (لە فشاری بەرامبەر خاڵی *B*) تەلەکە دەپچڕێت، بە ئەم فشارە دەگوتری ئەوپەڕی گرژی *Ultimate Strength*، (یان بەرگەگری) ئەمە بزانە کە لە مەودای *AB* یاسای هۆك بەسەر تەلەکە ناگونجێت، واتە فشارو جێفشار هاوڕێژە نابن، تەلەکەش چاك نابیتەوەو ناگەڕێتەوە سەر درێژی ئاسایی کە فشارەکەی لەسەر لادەبریت.

کاتێك دوو هێزی راکێشەر*F* دەخرێنە سەر دوو کۆتاییەکەی توولێکی جیڕو درێژو پانە بڕگە چوارگەشە، وێنە (2-12)، ئەوا ئەم توولە درێژترو باریکتر دەبێتەوە، رووبەری پانە بڕگەکەشی کەمتر دەبێت، شێوە نوێیەکەی توولەکەش لە وینە (2-12) بە هێڵە خالیەکان *dotted lines* پیشاندراوە.

ئەوپەڕی گرژی : (بەرگەگری) *(Ultimate Strenght)*: ماددەیەك بریتیە لە گەورەترین فشار کە تیایدا تەلێك لە ماددەکە دەپچڕێت. (ئەم فشارەش بە هێزی پچڕینەر دابەش رووبەرە بنەڕەتیەکەی تەلەکە حسیبدەکرێت).



وێنە (2_12)
فشاری راکێشان لەسەر توولێك، لەگەڵ شێوانبوونەکەی

کەواتە:

$$\text{ئەوپەڕی گرژی}(S_U) = \frac{\text{هێزی پچڕینەر}}{\text{رووبەری بڕگە}}$$



بە یەکەی N/m^2 دەپیورێت.

لە خشتەی (2-2)ئەوپەڕی گرژی هەندێك ماددە نمایشکراون.

خشتەی (2-2) ئەوپەڕی گرژی ماددەکان

Ultimate strength of materials (force /area)

Material	(ئەوپەڕی گرژی) Tensile Strength (N/m^2)	Compressive Strength (N/m^2)	Shear Strength (N/m^2)
Iron, cast	170×10^6	550×10^6	170×10^6
Steel	500×10^6	500×10^6	250×10^6
Brass	250×10^6	250×10^6	200×10^6
Aluminum	200×10^6	200×10^6	200×10^6
Concrete	2×10^6	20×10^6	2×10^6
Brick		35×10^6	
Marble		80×10^6	
Granite		170×10^6	
Wood (pine) (parallel to grain) (perpendicular to grain)	40×10^6	35×10^6	50×10^6
Nylon	500×10^6		
Bone (limb)	130×10^6	170×10^6	

نموونە:

تێبینی ئەوە کراوە کە ریشاڵە شووشەییەکان بەرگەی فشاری نائاسایی زۆر گەورە دەگرن. ئەگەر ریشاڵێکی شووشەیی تیرەکەی $8.9\times10^{-4}cm$ بێت و لە ژێر باری (load) $0.11N$ دابێت، دەپچڕێت. ئایا ئەوپەڕی گرژی ئەم جۆرە شووشە چەندە؟

وەڵام:

$$\text{نیوەتیرە}\quad (r)=\frac{8.9\times10^{-4}}{2}=4.45\times10^{-4}cm=4.45\times10^{-6}m$$

$$\text{ڕووبەری برگە}\,(A)=\pi r^2=3.142\times(4.45\times10^{-6})^2=6.22\times10^{-11}\ m^2$$

$$S_U = \frac{\text{هێزی پچڕێنەر}}{\text{ڕووبەری بڕگە}} \text{ ئەوپەڕی گرژی}$$

$$S_U = \frac{0.11}{0.22\times10^{-11}} = 1.8\times10^{9}\ N/m^{2}$$

بێجگە لە ئەو سیفەتە میکانیکیانەی پێشتر باسمانکرد، شیاوەتی ماددەیەك کە دەویسترێت بۆ مەبەستێك بەکاربهێنرێت دەوەستێتە سەر هەندێ سیفەتی تر. لە نێوانیاندا شیاو بۆ سووتان *Flammability*، تەم هەڵمژین، *moisture obsorption*، گەیاندنی کارەبایی *conductivity electrical* گەیاندنی گەرمی *Thermal conductivity*.

ماددەکان هەندێ تایبەتمەندیان هەیە کە لە نزیکەوە پەیوەندیان بە سیفەتە جیرپەکانەوە هەیە لە نێوانیاندا ئەم سیفەتانەی خوارەوەن:

1.شیاوەتی بۆ راکێشان *ductility*: سیفەتی هەندێ کانزایە، کە ئایا چەند شیاوە بۆ ئەوەی بە راکێشان، بکرێت بە تەلی باریك بێ ئەوەی بپچڕێت، وەك قوڕقوشم و زێڕو فافۆن. ئەم کانزایانە دەتوانرێت تا رادەی *30%*ی درێژییەکەیان درێژبکرێنەوە بێ ئەوەی بپچڕێن و دەرزببەن.

2.شیاوەتی بۆ کوتان (کوتەکباری) *malleability*: سیفەتێکی کانزایانە، بەهۆی ئەوەوە، لە توانا دەبێت بە کوتان (پێداکێشان) کانزایەك بۆ تەبەقی تەنك یانبکرێتەوەو شێوەکاری لەگەڵدا بکرێت. وەك کانزای مس.

لە کردارەکانی راکێشان و کوتاندا، ئەو فشارەی دەخرێتە سەر کانزایەك لەسەرووی سنووری چرپەکەی دا دەبێت، بۆیە کانزاکە رێکە دەکات، (*Flows*) و گەردیلەکانی بەسەر یەکتری دەخلسکێن بێ ئەوەی لە یەکتری دابپڕێن (بێ ئەوەی لە یەکتری بپچڕێن). ئەمەش بزانە بە بەرزکردنەوەی پلەی گەرمی، سنووری چرپ زۆر لە کانزاکان دادەبەزێت، هەر لەبەر ئەوەشە، ئەو کارانەی پێویستیان بە رێکەکردنی کانزاکان هەیە لە پلەی گەرمی بەرز ئەنجامدەدرێن.

3.شیاوەتی پەستاوتن *Compressibility*: هەڵگەراوەی هاوکۆڵکەی جیرپ قەبارەییە (*Bulk Modulus*): بریتیە لە رێژەی نێوان جێفشاری قەبارەیی بۆ

گۆڕان لە پەستان لە پلەیەکی گەرمی جێگیردا ، هێماکەی (K)یە، $K=\frac{-\Delta V/V_0}{\Delta P}$
شیاوەتی پەستاوتنی رەقەکان کەمە، شلەکان زۆر جار وا دادەندرێن کە ناپەستێندرێن.
شیاوەتی پەستاوتنی گازەکانیش زۆرە.

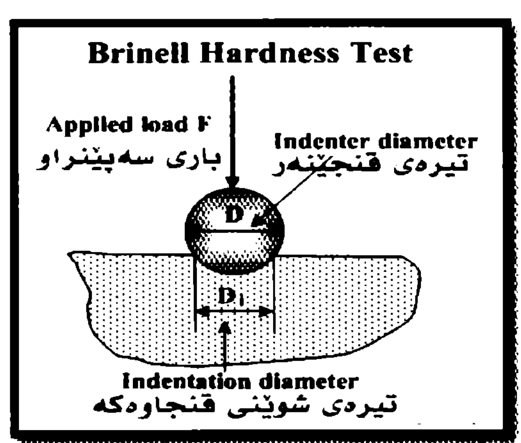
4.سەختی *hardness*: سەختی کانزایەك: دیاریدەکرێت بە توانای کانزاکە بۆ داڕووشاندنی (*scratch*) رووی کانزاکانی تر.

یـان سـەختی کانزایـەك: دیاریـدەکریت بـە ئـەو بەرگرییـەی رووی کانزاکـە پیشانیدەدات، دژی داڕووشاندنی لەلایەن کانزاکانی ترەوە. ئەو بەرگریەش بۆ زۆر کانزاکان بەپێی ئاراستە دەگۆڕێت.

رادەی سەختی ماددەیەك بەپێی پێوەرێك تاقیدەکرێتەوە (اختبار) پێی دەگوتری پێوەری برینل *Brenil Scale*، لەم رێگایەی تاقیکردنەوەی سەختی، گۆیەکی پتەو لە پۆڵا یان لە کاربیداتی تەنگستن دروستکراو، بە هێزیکی زانراو دەپەستێندریتە سەر رووی نموونەیەکی (عینة) خاوێن و پان و ئاسۆیی لە ئەو ماددەی دەویسترێت سەختییەکی تاقیبکرێتەوە. تێچەقینی گۆیەکە لە رووی ماددەکەدا رووەکە دەقنجێنێت. تیرەی شوێنە قنجاوەکە دەبێتە پێوەرێك بۆ رادەی سەختی ماددەکە.

گۆیەکی پۆڵا تیرەی *10mm* وەك ماددەی چەقیو پێی دەگوترێ قنجێنەر (*indenter*) لەگەڵ بارێك *kg(load)* *3000* بەکاردەهێنرێت، کەچی بۆ ماددەی تەنك و سەختی کەم گویەکی تیرە *5mm* لەگەڵ باری *150kg* یان *500kg* بەکاردەهینرێت. بۆ ماددە زۆر سەختەکان گۆی دروستکراو لە کاربیداتی تەنگستن بەکاردەهێنرێت. وێنە(*2-13*).

دوای کۆتایی تاقیکردنەوەکە



وێنە (*2-13*) رێگای برینل بۆ پێوانی سەختی ماددەکان

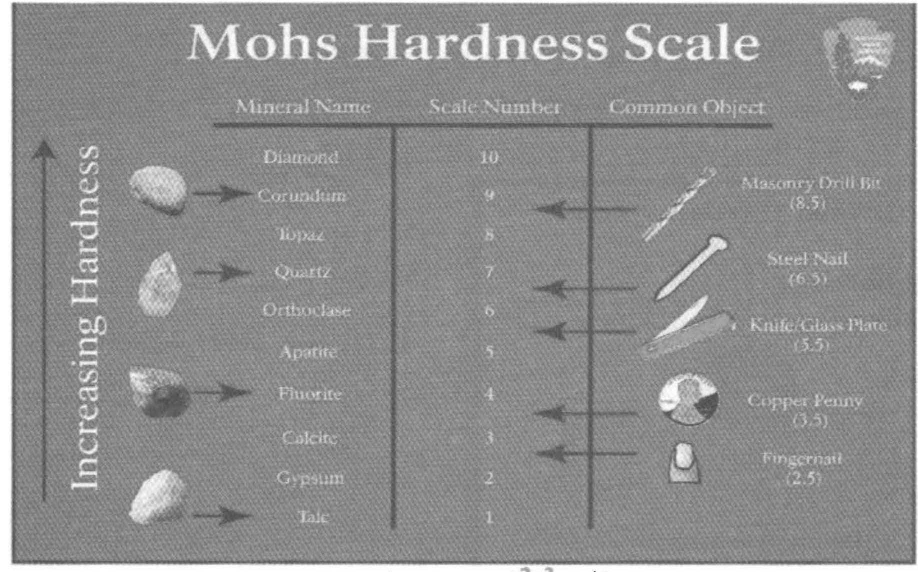
تیــرەی شــوێنە قنجاوەکــە دەپێورێــت و ئینجــا رادەی ســەختی ماددەکــە بــە ئــەم هاوکێشەیەی خوارەوە حیساب دەکرێت.

$$BHN = \frac{2p}{\pi D\left(D-\sqrt{D^2-d^2}\right)}$$

BHN = ژمارەی برینل بۆ سەختی
p= بار بە kg
D= تیرەی گۆیە قنجێنەرەکە بە مللیمەتر
d= تیرەی شوێنە قنجاوەکە لەسەر رووی نموونەکە بە میللیمەتر

پێوەرێکی دی هەیە بۆ تاقیکردنەوەی سەختی ماددەکان پێی دەگوترێ پێوەری موهس .Mohs scale

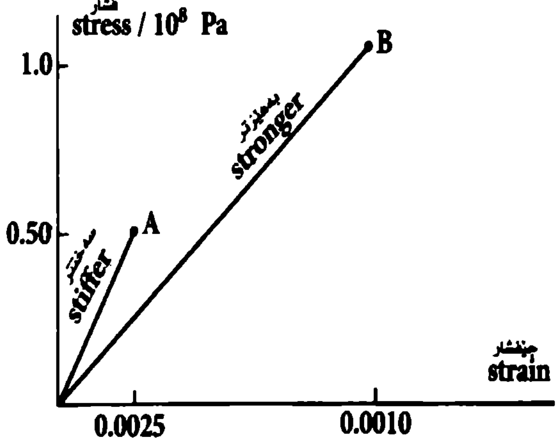
لەم پێوەرەدا دە ماددەی رەقی هەڵبژاردراو بەکاردەهێنریت بە رێزبەندێك کە هەر ماددەیەك دەتوانی ئەو ماددانەی ژێر خۆی بڕووشێنێت و ناتوانی ئەوانەی سەروی خۆی بڕووشێنێت. بڕوانە خشتە(3-2). جیولوجیەکان و ئەو فڕۆکەوانە فەزاییانەی لەسەر رووی مانگ دادەبەزن، ئەم پێوەرە بۆ تاقیکردنەوەی سەختی ماددەکان بەکاردەهێنن.



خشتە (3-2) پێوەری سەختی

بەو ماددانەش کە ناتوانرێت لە دەرەوەی سنووری جیرپیان، درێژییەکانیان زیادبکرێن، بێنەوەی بپچرێن یان بشکێن دەگوترێ ماددە خڕخاڵەکان. وەك شووشەو بەرد، بە ماددە جیرێ کەمەکانیش دەگوترێت ماددە پلاستیکیەکان وەك هەویرو قیر.

بەپێی پێناسە، ئەو ماددە بە پتەو stiff دادەنرێت ئەگەر فشارێکی گەورە، جیفشارێکی کەم پەیدا بکات. پتەوی ماددەیەك و بەهێزیەکەی جیاوازن، دوو سیفەتن پەیوەندیان بەیەکەوە نیە، وێنە(2-14) گرافی (فشار-جێفشار)ی دوو ماددە B, A پیشاندەدات.



وێنە (2-14)
تەلی A پتەوترە چونکە لاری گرافەکەی زۆرترە. تەلی B بەهێزترە چونکە ناپچرێت تا فشارێکی زۆرتری نەخرێتە سەر.

ماددەکە لە خالی کۆتایی هەر گرافێکیان دەپچرێت، پتەوی A دوو هەندی پتەوی (B)یە، بەڵام بەهێزی B دوو هەندی بەهێزی (A)یە. وێنە (2-14).

نموونە:

تەلێکی ئەلەمنیۆم. درێژی $1m$ و رووبەری پانە برگەی $0.1mm^2$. تەلیکی کرۆمیوم درێژی $2m$ و ڕووبەری پانە برگەی $0.05mm^2$. هاوکۆلکەی یۆنگی تەلە کرۆمیومەکە چوار هەندی هاوکۆلکەی یونگی تەلە ئەلەمینۆمەکەیە، ئەگەر هەمان بارستە بە هەر یەك لە دوو تەلەکە هەڵواسرێن، کامیان درێژبوونەوەی زیاتر دەبێت؟

وەڵام:

$$\Delta L_{AL} = \left(\frac{F}{A}\right)\left(\frac{L}{E}\right)$$

$$= \left(\frac{F}{0.1}\right)\left(\frac{1000}{E_{AL}}\right) = 10000\left(\frac{F}{E_{AL}}\right)$$

$$\Delta L_{C_r} = \left(\frac{F}{A}\right)\left(\frac{L}{E_{C_r}}\right)$$

$$\Delta L_{C_r} = \left(\frac{F}{0.05}\right)\left(\frac{2000}{4E_{AL}}\right) = 10000\left(\frac{F}{E_{AL}}\right)$$

$$\therefore \Delta L_{Cr} = \Delta L_{AL}$$

کەواتە:

زیادبوون لە درێژی هەردوو تەل وەکیەکە، ئەگەر تەنها کاریگەری درێژی و پانە برگەی دوو تەلەکە تەماشا بکەین، ئەوا دەبێت، تەلە کرۆمیۆمەکە چوار هەندی تەلە ئەلمنیومەکە درێژبێتەوە، چونکە کرومیومەکە درێژترو باریکترە. بەڵام (E_{cr}) چوار هەندی (E_{AL})ە. واتە تەلە کرۆمیومەکە پتەوترە. بۆیە درێژبوونەوەیان یەکسانە.

(2-5) پێوانی هاوکۆلکەی یۆنگی تەلێك

The measurement of Young's modulus of wire

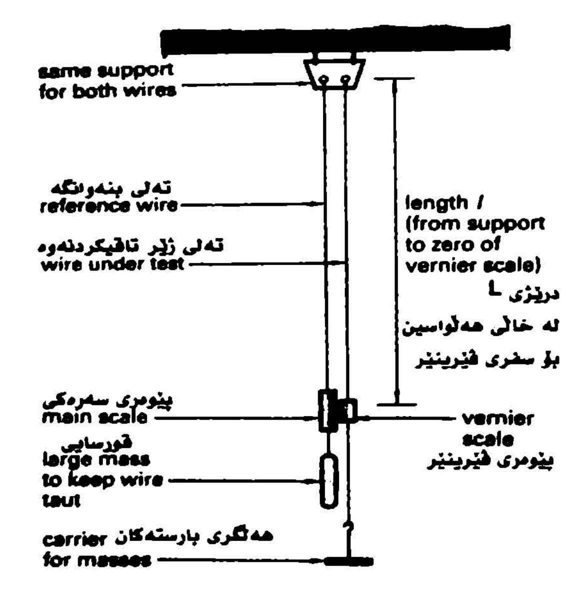
ئەم دەزگایەی بۆ پێوانی هاوکۆلکەی یۆنگ بەکاردێت، لە دوو تەلی درێژ لە هەمان ماددە دروستکراو پێکدێت. دوو تەلەکە بەهەمان مەسنەد *support* شۆڕدەکەینەوە، بە کۆتایی لای خوارەوەی یەکێك لە دوو تەلەکە پلەکراوێك (راستەیەك، *scale*) و قورساییەك هەڵدەواسین، قورساییەکە بۆ ئەوەیە، تەلەکە گرژ بێت. بەڵام تەلەکەی دی، ئەو تەلەیە کە دەمانەوێت هاوکۆلکەی یۆنگی بپیوین، ڤێرنیێرێك و سەنگ هەڵگرێك بە کۆتایی خوارەوەی ئەم تەلە هەڵدەواسین، بەمەرجێك ڤێرنیێرەکە بەرامبەر پلە کراوە جێگیرەکە بجوولێت، وێنە (*2-15*).

لەسەرخۆ، چەند بارستەیەك یەك بەسەر یەك دەخەینە سەر سەنگ هەڵگرەکەی تەلەکەی لەژێر تاقیکردنەوە دایە، بۆ هەر زیادکردنی قورساییەك، زیادبوون لە درێژی تەلەکە لە ڤێرنیێرەکەوە دەخوێنینەوە، ئەم خوێندراوانە لە خشتەیەك تۆمار دەکەین خشتە (*2-4*) و لە ئەم خوێندنەوانەوەش گرافی (هێز-زیادبوون لە درێژی) وێنە دەکەین، وەك ئەوەی لە وینە (2-16)دا، گرافەکە هێڵێکی راست دەردەچێت بە خاڵی (*0.0*) دا دەڕوات. لە حسێبکردنی لاری *slope* ئەم هێڵە بەهای $F/\Delta L$ دەردەهێنین، وە بەهۆی راستە درێژی تەلەکە (L) و بەهۆی مایکرۆمیتەر تیرەکەی (d) دەپیوین، ئینجا ئەم هاوکێشە بەکاردەهێنین:

$$E = \left(\frac{F}{A}\right)\left(\frac{L}{\Delta L}\right)$$

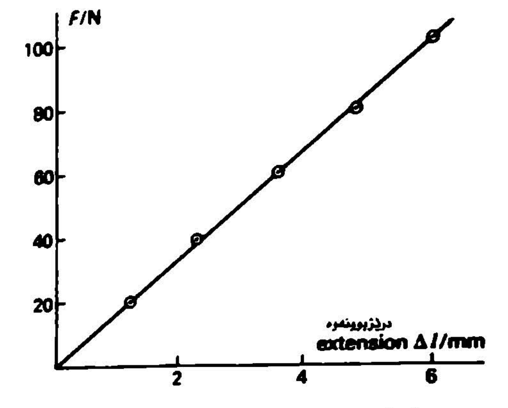
$$E = \left(\frac{F}{\Delta L}\right)\left(\frac{L}{A}\right)$$

$$= \left(\frac{F}{\Delta L}\right)\left(\frac{4L}{\pi d^2}\right)$$



وێنە (2_15)

پێوانی هاوکۆڵکەی یۆنگ بۆ تەلێك.



وێنە (2_16)دانانی ئەنجامەکانی تاقیکردنەوەی پێوانی هاوکۆڵکەی یونگی تەلێك لە گرافیکدا. لاری ئەم گرافە دەکاتە:

$F/\Delta L = 96N/6mm = 1.6\times10^4\ N/m$

هێز (N)	زیادبوون لە درێژی Mm
20	1.2
39	2.3
59	3.6
78	4.8
98	6.0

خشتەی (2_4) ئەنجامەکانی بارکردنی تەلێك بە چەند بارستەیەك

پرسیارو ڕاهێنان

پرسیارەکان

پ1: بە مانەوە لە سنووری جیری تەواودا، بسەلمێنە کە هاوکۆلکەی یۆنگی ماددەیەك بە ژمارە، یەکساندەبێت بەو هێزەی پێویستە بۆ ئەوەی تەلێکی ئەو ماددەیە بۆ دوو هەندی درێژیە بنەڕەتیەکەی درێژ بکاتەوە. ئەگەر ڕووبەری پانە بڕگەی تەلەکە یەکەی ڕووبەر بێت.

پ2: دوو تەلی ($12m$)ی، لە هەمان ماددە دروستکراو، ڕێژەی نێوان تیرەکانیان دەکاتەn، چەند تەلە باریکەکە زیاتر دەکشێت لە ژێر کاریگەری هەمان بار .Load

پ3: کامیان زۆرتر جیرن، لاستیك یان پۆلا، هەوا یان ئاو.

پ4: ئەسکەلەیەك (مصعد) بە کێبلێکی پۆلای ئەستور هەڵواسراوە، ئەگەر ئەم کێبڵە بە دوو کێبڵی دی گۆڕدرایەوە، هەر یەکیان هەمان درێژی و نیوەی تیرەی کێبلەکەی یەکەم جاری هەبێت ئایا بەراوردی بڕی زیادبوون لە درێژی جووتە کێبلەکە لە چاو هی کیبڵە بنەرەتیەکە چۆن دەبێت؟

پ5: پێناسەی هەریەك لە، فشار، جێفشار، هاوکۆلکەی یۆنگ بکە.

پ6: یاسای هۆك بڵێ، شرۆڤەی بکە؟

پ7: ئایا کەسێك دەتوانێ، تەلێکی لاواز لە تاقیگەدا بەکاربهێنێت بۆ حسێبیکردنی ئەو قورساییەی کێبڵێکی ئەستوور لە هەمان ماددە لە پردێکدا هەڵیدەگریت؟ ئەمە ڕوونبکەوە.

پ8: هێزێکی زانراو بۆ پچڕانی پەتێك پێویستە، ئایا چەند هێز پێویستە بۆ پچڕاندنی پەتێکی تر لە هەمان ماددە. a) درێژیەکەی دوو هەندبێت و هەمان نیوەتیرەی هەبێت. b)تیرەکەی دوو هەندبێت و هەمان درێژی هەبێت.

پ9: B, A دوو تەلن لە هەمان مادده دروستکراون. درێژی A نیو هەندی هی (B)یە، کەچی تیرەکەی دوو هەندی هی (B) یە. A بە هیزی F_1 وە B بە هیزی F_2 راکێشران. زیادبوون لە درێژی هەردووکیان یەکسان بوو. ئایا F_1/F_2 چەندە؟

پ10:ئەو سیفەتەی سپرینگ چیە؟ کە وادەکات بگەڕێتەوە سەر درێژیە بنەڕەتیەکەی دوای لابردنی ئەو هێزەی درێژی کردبۆوە.

پ11:ئایا ئەوپەڕی گرژی ماددەیەك دەکەوێتە دەرەوەی سنووری جیڕی ماددەکە؟ وەڵامەکەت ڕوونبکەوە.

پ12: $a)$ مەبەست لە ئەوپەڕی گرژی (بەرگەگری) چیە؟ $b)$بە چ یەکەیەك دەپیورێت.

پ13: سێ هاوکۆلکە جیڕیەکان پێناسە بکە، هەر یەکیان بە هاوکێشە دەربڕە.

راهێنان

پ1: تـولێکی ئاسـنی گونجـاو، $31m$ درێـژە، $0.258cm^2$ رووبـەری پانـە برگەیـەتی. بـە هێـزی $4450N$ راکێشـرا (درێژکرایـەوە) ئایا بـڕی درێژبوونەوەکەی چەندە؟ (هاوکۆلکەی یۆنگ $E=2\times10^{11}N/m^2$)

وەڵام: $2.67cm$

پ2:درێژی وایەرێك $(25.4m)$ە، رووبەری پانە برگەی $(0.0645cm^2)$یە. بە هیزی $8900N$ درێژکرایەوە: چەندە $a)$ فشاری راکێشان $b)$جێفشاری ڕاکێشان $c)$ هاوکۆلکەی یۆنگ؟

وەڵام: $a)1.38\times10^9N/m^2$ $b)0.004$ $c)4.45\times10^{11}N/m^2$

پ3: تـەلێکی ئاسـن $100cm$ درێـژە، $0.025cm^2$ رووبـەری پانـە برگەیـەتی. $0.3cm$ درێژییەکـەی زیـادکرا، ئایـا هێـزی راکێشـان چەنـدە؟ (هاوکۆلکـەی یۆنگی ئاسن $2\times10^{11}N/m^2$) وەڵام: 1.5×10^8dyn

پ4:ئایا دەتوانرێت ژێیەکی پۆڵایی پیانۆیەك Piano، درێژییەکەی 1m بێت، 8mm درێژ بکرێت بێ ئەوەی لە سنووری چڕییەکەی دەربچێت؟ سنووری جیڕی پۆلا $8.26\times10^8 N/m^2$. وەڵام: (نەء)

پ5:تەلێکی پۆڵا درێژییەکەی (2,48m)ە، رووبەری پانە برگەی ($0.3225cm^2$)یە. کاتێك هێزێکی راکێشان 7120N دەخرێتە سەری، ئەوا 0.254cm درێژییەکەی زیاد دەکات a) ئەو فشارە راکێشانەی خراوەتە سەری چەندە؟ b) هاوکۆڵکەی یۆنگی چەندە؟

وەڵام: a) $2.2\times10^8 N/m^2$ b) $2\times10^{11} N/m^2$

پ6:هاوکۆڵکەی یۆنگی ژێی (tendon) ماسوولکەیەکی لاقی (قاچی) مرۆڤیك دەکاتە $1.6\times10^8 N/m^2$، ئەگەر درێژی ژێیەکە 10cm بێت و تیرەکەی 0.45cm بێت. ئایا بە کاریگەری هێزی 10N چەند درێژ دەبێتەوە؟

وەڵام: 0.39mm

پ7: تەلێکی پۆڵا 804.5m درێژە، بە شاولی بۆ ناو بیرێکی قوڵ شۆڕکرایەوە، لە ژێر کاریگەری قورسایی خۆی چەند درێژ دەبێتەوە؟ (بارستە چڕی پۆڵا $=7.85g/cm^3$) (هاوکۆڵکەی جیری پۆڵا $= 2\times10^{11} N/m^2$)

وەڵام: 0.126m

پ8: لە رووی دەریادا چڕی ئاو دەکاتە $1.03g/cm^3$، چڕیەکەی لە قووڵاییەکدا کە پەستان لەوێدا ($10^9 dyn/cm^2$) یە، دەبێتە چەند؟ هاوکۆڵکەی جیری قەبارەیی ئاو = $0.21\times10^{10} N/m^2$، پەستانی ئەتمۆسفیر (هەوا) = $101300 N/m^2$. وەڵام: $1.08g/cm^2$

پ9:تەبەقێکی چوارگۆشە لە پۆڵا، درێژی لایەکی (1.24m)ە، ئەستووری (2.54cm)ە، بە شاولی وەستێندراو رووی بنەوەی بە توندی (rigidly) چەسپکرا، کاتێك فشارێکی بڕینی shear stress خرایە سەر، بینرا کە رووی سەرەوەی بە ئاراستەی تەریب بۆ رووی خوارەوەی بۆ لادانی 0.0508cm جوولا. جێفشاری بڕین (shear strain) چەندە؟

وەڵام: 0.00041

پ10:شەشپالۆیەکی ئیسفەنجی لا 30.5cm، دوو هێزی تەریبی پێچەوانە هەر یەکیان 11.13N، خرانە سەر دوو رووی بەرامبەر لە شەشپالۆکە، لە ئەنجامدا گۆشەی برین بوو بە a .0.02rad)لادانی رێژەیی. b) هاوکۆلکەی جیری برین، بدۆزەوە.

وەڵام: $0.61cm$, $0.6\times10^4 N/m^2$

پ11: شەشپالۆێکی جیلاتینی لا 5.08cm، بە هۆی هێزێکی لێکەوتە 0.29N، ڕووی سەرەوەی 0.64cm خزا هاوکۆلکەی جیری برینی جیلاتین چەندە؟ وەڵام: $0.086N/cm^2$

پ12: ئەگەر بڕە نەگۆڕەکەی یاسای هۆك بۆ درێژکردنەوەی سپرینگێك، 260N/m بێت، چ بارستەیەك بە کیلۆگرام دەبێت بەلای خوارەوەی سپرینگەکە هەڵواسرێت، بۆ ئەوەی 4.5cm درێژبێتەوە؟

وەڵام: 1.19kg

پ13: درێژی خوینبەرێك 5cm و رووبەری پانە برگەی ($0.25cm^2$)یە، لە ژێر گرژی 85N چەند درێژدەبێتەوە؟ هاوکۆلکەی یۆنگی دەمارەکانی خوین ($8.5\times10^7 dyn/cm^2$)ە.

وەڵام: 0.2cm

پ14:دەزوێکی نایلۆنی رەکێتی یاری تێنس لە ژێر گرژی 250Nدایە، تیرەکەی (1mm)ە، ئایا ئەو زیادبوونەی لە درێژیەکەی روویداوە، لە چاو درێژبە نەگرژاویەکەی کە (30cm)ە چەندە؟ هاوکۆلکەی یۆنگی نایلۆن = 5×10^9 N/m^2.

وەڵام: 1.91cm

پ15:کۆڵەگەیەکی مەڕمەڕ، رووبەری پانە برگەی ($2m^2$)یە، قورسایی 25000 کیلۆگرامی کەوتۆتە سەر. a) ئەو فشارەی کەوتۆتە سەری چەندە؟

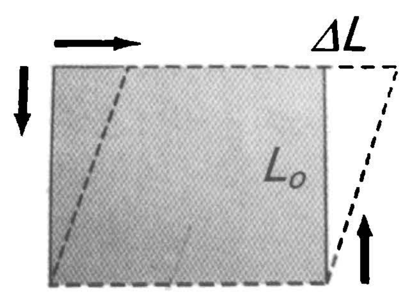
b) جێفشار چەندە ئەگەر هاوکۆڵکەی جیڕی مەڕمەڕ $5\times10^{10}\ N/m^2$ بێت.
c) ئەگەر درێژیە بنەڕەتیەکەی $12m$ بێت ئایا چەندە کورتبۆتەوە.
وەڵام: $a)\ 1.2\times10^6 N/m^2\ b)2.4\times10^{-6}\ c)0.029mm$

پ16:لیترێك ئەلکهوول ($1000m^3$) لەناو دەفریکی container نەرم دایە، بۆ بنـی دەریـا گواسـترایەوە، لـە ئەوێـدا پەسـتان ($2.6\times10^6\ \ N/m^2$)یـە، ئایـا قەبارەکـەی لـە بنــی دەریـا دەبێتـە چەنـد؟ هاوکۆڵکـەی جیـری قـەبارەی ئەلکهوول=$1\times10^9 N/m^2$، پەستانی ئەتمۆسفیر(هەوا) = $1\times10^5 N/m^2$.
وەڵام: $998cm^3$

پ17:بـە چ پەسـتانێك بلـۆکیکی ئاسـن ($\%0.1$)ی قەبارەکـەی لـە دەسـتدەدات (ونـدەکات)؟ وەڵامەکــەت بــە N/m^2 دەرببــڕە، بــەراوردی بــە پەســتانی ئەتۆمۆسـفیری ($1\times10^5 N/m^2$)بکـە. هاوکۆڵکـەی جیـڕی قـەبارەیی ئاسـن $=90\times10^9\ N/m^2$.
وەڵام: $9\times10^7\ N/m^2\ ,\ 9\times10^2\ atm$

پ18:پەسـتان لـە قـوولایی ($2000m$)ی دەریایـەك، 200 هەنـدی پەسـتانی ئەتمۆسفیرە(هەوایە)($1\times 10^5 N/m^2$)، بە چەند لە سەدا قەبارەی گۆیـەکی ئاسن لە ئەو قوولایـەدا دەگۆڕێت (کەمدەبێتـەوە) هاوکۆڵکەی جیڕی قەبارەی ئاسن دەکاتە $90\times10^9 N/m^2$.
وەڵام: -0.022%

پ19: هێزەکانی بڕین shear forces، وێنە ($2-17$)، خرانە سەر تەبەقێکی چوارگۆشـەی (مربـع) ئاسـن، درێـژی لایـەکی $0.5m$ و ئەسـتووریەکەی $1.1cm$ بوو،



ئـەو جێفشـارە بڕینـەی کـە لـە ئـەنجامی کـارکردنی ئـەم هیـزە روویـدا 0.05 بـوو. بـری ئــەم هێـزە حسـێبکە. هاوکۆڵکـەی جیری بڕین بۆ ئاسن دەکاتە

$.8\times10^{10} N/m^2$

وەڵام: $2.2\times10^{7} N$ وێنە (2-17)

پ20:تەلێکی ژێر فشار، لە دوو تەلی بەدوای یەك بەستراو و هەمان نیوە تیرە(r) پێکهاتووە، درێژی یەکەمیان L_1 و هی دووەمیان L_2. بسەلمێنە کە زیادبوونی رێژەیی لە درێژی ئەم تەلە دەکاتە:

$$\left(\frac{F}{\pi r^2 E_1 E_2}\right)\left(\frac{L_1E_2+L_2E_1}{L_1+L_2}\right)$$

پ21: تەلێکی جیلاتینی شێوە لاکێشە تەریبی، رووی سەرەوەی چوارگۆشەیە (مربع) درێژی لایەکی ($4cm$)ە و بەرزیەکەی ($3cm$)ە. هێزێکی بڕین خرایە سەر رووی سەرەوەی، لە ئەنجامدا رووی سەرەوەی $2.5mm$ بە ئاراستە هێزەکە خزی. هاوکۆلکەی جیڕی بڕینی جیلاتین چەندە؟

وەڵام: $3750 N/m^2$.

پ22: بە چ رێژەیەك قەبارەی توولێکی ئاسن دەگۆڕێت، کاتێك هەوای دەوروبەری لادەبرێت لە هۆدەیەکی خاڵیکراو لەهەوا؟ هاوکۆلکەی جیڕی قەبارەی ئاسن= $1.67\times10^{11} N/m^2$، پەستانی ئەتمۆسفیر $1.013\times10^{5} N/m^2$.

وەڵام : 6×10^{7}

پ23: پێویستە ئاو بخرێتە ژێر چ پەستانێك، بۆ ئەوەی چڕیەکەی بەرێژەی 0.01% زیاد بکات؟ هاوکۆلکەی جیڕی قەبارەیی ئاو دەکاتە $0.2\times10^{10} N/m^2$ وەڵام: $2\times10^{5} N/m^2$

پ24: درێژی تەلێکی برۆنز ($2.5m$)ە و رووبەری پانە بڕگە ($1\times10^{3} cm^2$)یە، سەنگێك بارستەکەی $0.4kg$ بوو بە کۆتایی خوارەوەی هەڵواسرا، لە ئەنجامدا $1mm$ درێژبووەوە. هاوکۆلکەی یۆنگی برۆنز چەندە؟ ($g=10N/kg$)

وەڵام: $1\times10^{11} N/m^2$

پ25:توولێکی ئەلمینۆم تیرەکەی ($4.8cm$)ە، لە دیوارێکەوە $5.3cm$ دەرچووە، بارستەی $1200kg$ بە کۆتاییەکەی هەڵواسرا. ئەگەر هاوکۆڵکەی جیرِی برِین بۆ ئەلمنیۆم $3\times10^{10}\ N/m^2$ بێت، بدۆزەوە. $a)$ فشاری برِین لەسەر توولەکە. $b)$ برِی خزینی کۆتایی توولەکە بەرەو خوار؟

وەڵام: $a)6.5\times10^{6}\ N/m^2$ $b)1.1\times10^{-5}\ m$

پ26: زۆرترین درێژی تەلێکی ئاسن حسێبکە، کە دەتوانرێت بە شاولی هەڵواسرێت بێ ئەوەی بپچرێت (قوت بیت). ئەگەر زانیت (بەرگەگری) ئەوپەرِی گرژی ئاسن $= 8\times10^8 N/m^2$، چرِی ئاسن $8\times10^3 kg/m^3$

وەڵام: $10.21km$

پ27:تەلێکی ئاسن درێژی $8m$ و تیرە $4mm$. لە نێوان دوو مەسنەدی (support) سەرت (rigid) بە تورتی بەسترا زیادبوون لە گرژی تەلەکە حسێبکە کاتێك پلەی گەرمی 10^0C دێتە خوارەوە. هاوکۆڵکەی یۆنگ بۆ ئاسن $=2\times10^{11}\ N/m^2$ ، هاوکۆلکەی کشانی درێژی گەرمی ئاسن $= 12\times10^{-6}\ /C^0$.

وەڵام: $301.7N$

(تێبینی) گۆران لە درێژی = درێژی بنەرەتی× هاوکۆڵکەی کشانی درێژی× گۆرِان لە پلەی گەرمی. $\Delta L = L \times\alpha \times \Delta t$

پ28:تەلێکی ئاسن تیرە $1mm$ ، بارێکی (Load) هەڵواسیوە، تەنها بەشی ئەوە دەکات کە تەلەکە لە 20^0c رێك بیت. ئەگەر پلەی گەرمی بۆ0^0C دابەزێت، ئایا ئەم زیادە بارەی Load کە پێویستە بۆ گەرِاندنەوەی درێژی تەلەکە بۆ درێژیە بنەرِەتیەکەی چەندە؟

وەڵام: $3.847kg$

پ29: توولێکی رێك، رووبەری پانە برِگەی ($2mm^2$)ە، لە 0^0c بۆ 20^0C گەرمکرا، ئەم هێزە چەندە کە دەبێت بخرێتە سەری بۆ ئەوەی نەهێلێت بکشێت؟ $E=10^{11}N/m^2$، هاوکۆلکەی کشانی درێژی گەرمی $(\alpha) = 12\times10^{-6}/^0c$

وەڵام: $48N$

Chapter 3 بەشی سێیەم

شلەی وەستاو

LIQUIDS AT REST



ئەمە وێنەی هەندێ لە بوونەوەرەکانی ژێر ئاوی دەریان. ئەمانە دەکەونە ژێر کاریگەری پەستانی ئاوەکە، چەند لە قوولتر دابن پەستان لەسەریان زۆر دەبێت، هەروەها ئەمانە تووشی هێزێك دەبن بەرەو سەر پاڵیاندەدات، پێی دەگوترێ پاڵهێزی شلە. ئەگەر کێشی تەنێك لە پاڵهێزی شلە زیاتر بێت، ئەو تەنە کە نقوم دەبێت، بە پێچەوانەش سەر شلەکە دەکەوێت.

لەم بەشدا سیفەتەکانی شلەی وەستاو دەخوێنین، بابەتەکانی پەستان و چڕی پێناسە دەکەین. دەستووری ئەرخەمیدس باسدەکەین ڕێگا کرداریەکانی حسێبکردنی چڕی ڕێژەیی ماددەکان دەخەینە ڕوو.

بەشی سێیەم
شلەی وەستاو
LIQUIDS AT REAT

بەپێی جوولە بیردۆزی گەردی *Kinetic molecular theory* (پاشان دەیخوێنین) هەر جۆرێکی ماددە، رەق، شل، گاز، لەگەردان پێکهاتوون، ئەم گەردانە لەسەرووی پلەی گەرمی سفری کالڤن (سەرووی پلەی چالاکی-سفر) بەردەوام لە جوولەدان و بە پلەی جیا جیا یەکتر کێشدەکەن.

لە رەقەکاند، گەردەکان لە یەکتر نزیکن و تێکڕایی ڕێژەوە سەربەستەکانیان، مانای ئەو ڕێژەوی گەردێك دەیبڕێت تاوەکو بە گەردێکی دی دەکەویت، واتە، دووری نێوان گەردەکانیان کەمترە لە چاو هی شلەکان و گازەکان. لە راستیدا جوولەی گەردەکان لە ماددە رەقەکاندا، جوولەیەکی بەلەرەیە، بۆیە ئەم گەردانە خۆجێنەو لەیەك شوێندا دەمینێتەوە، جوولەی بەلەرە ئەنجامدەدەن.

هێزی کێشکردن لە نێوان گەردەکانی تەنە رەقەکان تا ڕادەیەك گەورەیە وا دەکات گەردەکان بە شێوەی ئەندازەیی رێك بە یەکتریەوە ببەسترێن. ئەمەش، قەبارەو شێوەی جێگر بە ماددەی رەق دەبەخشێت.

لە شلەکاندا، تێکڕا گەردەکان زۆرتر لەیەکتریەوە دوورن. ئەم دووریە زۆرەی نیوانیان بەپێی بیردۆزی گەردەکان وا لێکدەدرێتەوە، کە پەیوەندی راستەخۆ لە نێوان وزەی گەردەکان و تێکڕای خێراییان هەیە. کاتێك وزە دەخرێتە تەنێکی رەق (لە شێوەی وزەی گەرمی)، ئەوا گەردەکانی ئەم تەنە خێراتر دەجوولێن و تەوژمەکانیان زیاد دەکات (تەوژم بڕێکی فیزیاییە بە ئەنجامی لێکدانی بارستەی گەرد جاران خێراییەکەی حسێبدەکرێت). ئەو زۆربوونەی تەوژمی گەردەکان بە گەمکردنی تەنەکان وادەکات ئەم گەردانە رووبەرێکی فراوانتر لە پێشی خۆیان پاکبکەنەوەو

تێکڕای ڕێڕەوە سەربەستەکانیان (دووری نێوانیان) زیاد بکەن، ئەمەش بۆ لێکدانەوەی ئەم سیفەتە بینراوەی ماددەکان دەگونجێت کە بە گەرمکردن دەکشێن و بە ساردکرنەوە دەچنەوەیەك، ئەنجامی کۆتایی ئەم جوولە زیادبوونەی گەردەکانی (ڕەق) ئەوەیە کە هێزی کێشکردن لە نێوانیان کەمدەبێت و دووری نێوانیان زیاد دەبێت و جوولەکانیان لە جوولەی بەلەرەوە بۆ جوولەی گواستنەوەیی *translation* دەگۆڕێت، تەنەکەش لە دۆخی رەقیەوە بۆ دۆخی شلی دەگۆڕێت.

گەردەکانی شلە دەتوانن لەناو شلەکەدا لە شوێنێکەوە بۆ شوێنیکی دی بجوولین. هەرچەندە شلە قەبارەیەکی دیاریکراوی هەیە، بەلام شێوەی ئەو قاپەی تیاییدایە (*containen*) وەردەگرێت.

لە گازەکاندا، دووری نێوان گەردەکان زۆرە بە بەراورد بە قەبارەکانیان، دەتوانین بەهەمان شێوەی پێشوو لێکیبدەینەوە، کە ئەگەر گەرماییەکی زۆر بدرێتە تەنێکی شل، ئەوا گەردەکانی ئەم تەنە لە زیادبوونی خێرایی و تەوژم بەردەوام دەبن و تێکڕایی ڕێڕەوە سەربەستەکانیان زۆرتر دەبێت، واتە لە یەکتری زۆرتر دووردەکەونەوەو هێزی نێوانیان کەمتر دەبێت (نامێنێت)، لە ئەنجامدا جۆری جوولەی گەردەکان دەبێتە جوولەیەکی هەڕەمەکی (*random*) تەنەکەش لە دۆخی شلیەوە بۆ دۆخی گازی دەگۆڕێت، بۆیە گاز نە قەبارەو نە شێوەی دیاریکراوی هەیە، بەلام قەبارەو شێوەی دەفرەکەی تیایدایە وەردەگرێت، شلەو گاز بەیەکەوە بەناوی مەیبوەکان (شلگازەکان *Fluids*) لە یەك گروپدا پۆلێندەکرین. ئەمەش لەبەر ئەوەیە، هەردووکیان شلەو گاز خێرا ڕێدەکەن(ڕۆیین) *Flow* و بەرهەلستی فشاری بڕین *shear stress* ناکەن.

ئەو دۆخەی هەر ماددەیەك، لە ساتی بینینی هەیەتی، دەوەستێتە سەر ئەو حالەتە فیزیاییەی لە دەوروبەری ماددەکەدا هەیە. لە بارودۆخی گۆڕاودا، دەتوانرێت هەمان ماددە لە هەرسێ دۆخەکەیدا ببینرێت، بۆ نموونە هەموومان ئاشنای سێ دۆخەکەی ئاوین، ئەوانیش، ئاو، سەهۆل، هەلم. کەچی: ئاسن و زۆر لە کانزاکان

(باونین) لە دۆخی شلی و گازیدا بمینێنەوە، تەنها ئەگەر پلەی گەرمیان زۆر بەرزنەبێت.

ئەو ماددانەی لەحاڵەتی گازیدان، دەتوانرێت بە نزمکردنەوەی پلەی گەرمی و زیادکردنی پەستان لەسەریان شلبکرێنەوە، ئینجا رەقبکرێنەوە.

3-1) چڕی Density:

رێگا زۆر هەن کە بە هۆیانەوە دەتوانین جۆرەکانی ماددەی پێ بناسێنەوە، یەکێك لە ئەو رێگایانە، رێگایەکی کرداری بەسوودە، ئەم رێگایە پێمان دەڵێت چەند ماددە لە یەکەی قەبارەدا هەیە. زانینی بڕی ماددە لە یەکەی قەبارەدا، کە بەکاردێت بۆ ناسینەوەی جۆری ماددەکان، بە زاراوەی چڕی ئەو ماددەیە ناودەبرێت، چڕی ماددەش بە یەکێك لە تایبەتمەندیەکانی ماددە دادەنرێت. چونکە بڕی ئەو بارستەی لە یەکەی قەبارەدا هەیە کە تایبەتە بە ماددەیەك بۆ ماددەیەکی دی دەگۆڕێت، بۆ نموونە $1m^3$ ئاو بارستەی ($1000kg$) ماددەی تێدایە کەچی $1m^3$ ئاسن بارستەی ($7860kg$) ماددە پڕی کردۆتەوە.

1-چڕی بارستەیی: (ρ_m) mass density

چڕی بارستەیی ماددەیەك، بریتیە لە بارستەی یەکەی قەبارەی ئەو ماددەیە.

$$\text{چڕی بارستەیی} = \frac{\text{بارستە}}{\text{قەبارە}}$$

$$\rho_m = \frac{m}{V} \quad ..... (3\text{-}1)$$

یەکەی پێوانی چڕی بارستەیی دەبێتە kg/m^3 یان gr/cm^3 وە (ρ پیتێکی گریکە rho).

له خشته‌ی (3-1)دا چڕی هه‌ندێ مادده‌ی تێدا نمایشكراوه.

Substance		Temperature, °c	ρ Kg/m³
Air (normal pressure	هه‌وا (په‌ستانی ئاسایی)	0.0	1.29
Benzene	بینزین	20.0	879
Water	ئاو	20.0	998
Water	ئاو	20.0	1.000
Bone	ئێسك	3.98	1.800
Aluminum	ئه‌له‌منیۆم	20.0	2,700
Iron	ئاسن	20.0	7.860
Copper	مس	20.0	8.920
Lead	قورقوشم	20.0	11.340
Mercury	جیوه	0.0	13.600

خشته‌ی (3-1). چڕی مادده‌كان

2-چڕی كێشیی : weight density(D)

هه‌ندێ جار زاناو ئه‌ندازیاران سوود له‌ بڕێك وه‌رده‌گرن پێی ده‌گوترێ چڕی كێشی، چڕی كێشی مادده‌یه‌ك بریتیه‌ له‌ كێشی یه‌كه‌ی قه‌باره‌ له‌ ئه‌و مادده‌یه.

$$\text{چڕی كێشیی} = \frac{\text{كێش}}{\text{قه‌باره}}$$

$$D = \frac{w}{V} \quad \ldots\ldots \ldots\ldots \ldots\ldots\ (3\text{-}2)$$

له‌ به‌رئه‌وه‌ی $w=mg$

$$\therefore D = \frac{mg}{V} = \left(\frac{m}{V}\right) \times g = \rho_m g$$

$$D = \rho_m g \quad \ldots\ldots\ (3\text{-}3)$$

یه‌كه‌ی پێوانی چڕی كێشی ده‌بێته‌ N/m^3 یان dyn/cm^3

D	=	ρ_m	×	g
n/m^3		kg/m^3		9.8 N/kg
dyn/cm^3		gr/cm^3		980dyn/gr

3-چڕی ڕێژەیی (ρr) relative density یان کێشی جۆری. Specific gravity.

چڕی ڕێژەیی ماددەیەك پێناسە دەكرێت بەڕێژەی نێوان كێشی تەنێك لە ماددەكە بۆ كێشی بڕێك ئاو قەبارەكەی یەكسان بێت بە قەبارەی تەنەكە.

لەم پێناسەوە دیاردەكەوێت، زانینی چڕی ڕێژەیی تەنێك ئەوەمان پێ دەڵێت، كە ئایا تەنەكە چەند هەند لە ئاو قورسترە، بەمەرجێك قەبارەكانیان یەكسان بێت.

$$\therefore \text{چڕی ڕێژەیی تەنێك} = \frac{\text{كێشی تەن}}{\text{كێشی ئاو قەبارەكەی یەكسان بێت بە قەبارەی تەنەكە}}$$

ئەگەر دابنێین كە قەبارەی هەر یەك لە تەنەكەو ئاوەكە یەكەی قەبارە بێت ئەوا:

$$\text{چڕی ڕێژەیی تەنێك} = \frac{\text{چڕی تەنەكە}}{\text{چڕی ئاو}}$$

چڕی ڕێژەیی بڕێكی بێ یەكەیە. چونكە لە دابەشكردنی دووبڕ، بە هەمان یەكە پێوەران، دەردەچێت.

$$\rho_r = \frac{D}{D_W} = \frac{\rho m}{\rho_W} \quad ...... (3\text{-}4)$$

3-2) پەستان Pressure

پەستان: بریتیە لە بڕی ئەو هێزەی بە ئەستوونی دەسەپێندرێتە سەر یەكەی ڕووبەر.

$$\text{پەستان} = \frac{\text{هێز}}{\text{ڕووبەر}} \Rightarrow P = \frac{F}{A} \quad .....(3\text{-}5)$$

$$\therefore F = PA$$

كەواتە هێزی گشتی دەكاتە پەستان جاران ڕووبەر:

- لە نیزامی SI پەستان بە N/m^2 دەپێورێت.
- ئەم یەكە بە ناوێكی تر دەردەبریت پاسكال ($pascal$) (pa)

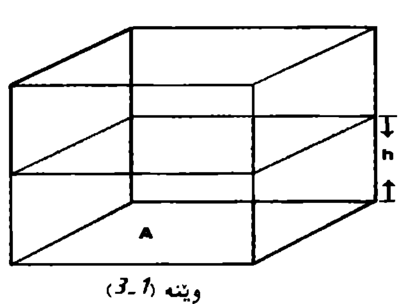
$$1pa = 1N/m^2$$

وەك نموونەیەك بۆ حسێبكردنی پەستان، لێگەڕێ پیاوێكی وەستاو بارستەكەی 60kg بێت بنی پێیەكانی رووبەری $500cm^2$ داپۆشیبێت، ئەوا ئەم پیاوە پەستانێك دەخاتە سەر زەویە ئاسۆییەكەی لە سەری وەستاوە، دەكاتە.

$$P = \frac{F}{A} = \frac{60\times 9.8N}{500\times 10^{-4}m^2} = 1.18\times 10^4\ N/m^2\ (pa)$$

ئەگەر ئەم پیاوە لەسەر یەك پێ بوەستێ، ئەوا هێزەكە هەر وەك خۆی دەمێنێتەو بەڵام رووبەرەكەی دەبێتە نیوە، پەستان دەبێتە دوو هێندە.

ئێستاكە دێین بڕی ئەو پەستانەی شلە دەیخاتە سەر بنی ئەوقاپەی تیایدایە حسێب دەكەین، ئەو پەستانەی شلە دەیخاتە سەر بنی ئەو قاپەی تیایدایە دەكاتە كێشی شلەكە دابەش رووبەری بنكەی قاپەكە، واتە كێشی ستوونێك لە شلەكە رووبەری بڕگەی یەكەی رووبەربێت.



وێنە (3-1)

لە وێنە (3-1) دا، حەوزێك بەرزی ئەو شلەی تیایدایە(h)ە، رووبەری بنەكەی حەوزەكە (A)یە، چڕی بارستەیی شلەكەش (ρ_m)ە.

-ئەو هێزە گشتیەی لەلایەن شلەكەوە دەكەوێتە سەر بنی حەوزەكە بێگومان دەكاتە كێشی شلەكە.

قەبارە × چڕی كێ = كێشی شلەكە

$$W = D \times V$$

بەڵام $D = \rho_m \times g$ ، $V = Ah$

كێشی شلە $(W) = \rho_m g \times Ah$

$$\therefore\ p = \frac{F}{A} = \frac{\text{كێشی شلە}}{\text{رووبەری بنكە}} = \frac{\rho_m g\, Ah}{A}$$

$$\therefore\ P = \rho_m gh \quad \ldots\ldots (3\text{-}6)$$

كەواتە پەستانی شلە لە خاڵێك لە ناویدا دەوەستێتە سەر:

1-چڕی شلەكە.

2-قووڵی خاڵەكە.

(3-3)سیفەتەکانی پەستانی شلەی وەستاو.

Properties of pressure in a liquid at rest

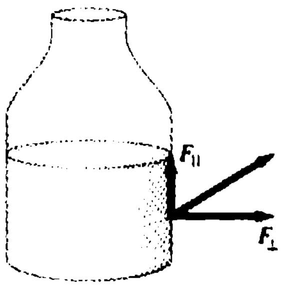
1-پەستانی شلەی وەستاو، لەسەر هەموو ئەو خاڵانەی دەکەونە ناو هەمان رووتەختی ئاسۆیی لەناو شلەیەکدا، یەکسانن.

لە وێنە (3-2)دا، حەوزێك تا بەرزی h شلەیەکی وەستاوی تێدایە چڕە بارستەی شلەکە (ρ)یە، خاڵەکان.... ABC دەکەونە هەمان رووتەختە ئاسۆییەکەی بنی حەوزەکە لەبەر ئەوە ρ, h بۆ هەموو خاڵەکانی.....$A,B,C,$ یەکسانە، بۆیە پەستان لەسەر هەمووان بەپێی هاوکێشەی (3-6) یەکسان دەبێت. ئەگەر وەها نەبێت، ئەوا شلەکە لە خاڵە پەستان زۆرەکەوە بەرەو خاڵە پەستان کەمەکە دەجووڵا، ئەمەش لەگەڵ ئەوەی کە دانراوە شلەکە وەستاوە، ناسازێت.

وێنە (3-2) پەستانی شلە لەسەر خاڵەکانی رووتەختێکی ئاسۆیی لەناوشلەکەدا یەکسانە

2-هێزی پەستانی شلەی وەستاو، بە ئاراستەی ستوون لەسەر بنکەو لاتەنیشتەکانی ئەو دەفرەی تیایدایە، کاردەکات.

ئەگەر هێزەکە ستوون نەبوایە، ئەوا دوو پێکنەری دەبوو، یەکێکیان ستوون لەسەر، ئەویدیان تەریب بۆ دیواری دەفرەکە. بەپێی یاسای سێیەمی نیوتن دیوارەکەش بەهێزێکی کاردانەوە کاری لە شلەکە دەکرد. ئەم هێزە کاردانەوەش هەر وەك هێزەکە پێکنەرێکی تەریبی بۆ دیوارەکە دەبوو، ئەمە دەبووە هۆی رۆینی (*Flow*) شلەکە، ئەمەش لەگەڵ ئەوە ناسازێت کە داماناوە شلەکە وەستاوە، بۆیە ئەو هێزەی لە پەستانی شلەوە پەیدا دەبێت پێویستە هەردەم لەسەر دیواری دەفرەکە ستوون بێت.

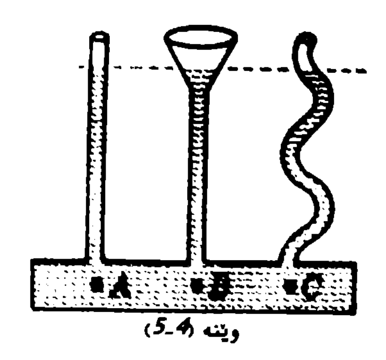


وێنە (3-3) ئەگەر هێزەکە پێکنەرێکی تەریبی بۆ دیواری دەفرەکە هەبوایە، ئەوا شلەکە بە کاریگەری کاردانەوەی ئەم پێکنەرە دەجوولا.

3-پەستانی شلەی وەستاو پەیوەندی نیە بە شێوەو قەبارەی ئەو دەفرەی شلەکەی تێدایە.


وێنە (3-4) پەستانی شلە لەسەر بنکەی ئەم سێ دەفرە شێوە جیاوازە یەکسانە

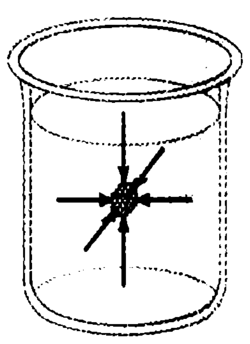
لە وێنە (3-4) سێ دەفری شێوەو قەبارە جیاواز، هەمان شلە بۆ هەمان بەرزیان تێدایە. لەبەر ئەوەی $P=\rho gh$. وە h, ρ بۆ شلەکانی هەرسێ دەفرە یەکسانە بۆیە پەستانی شلە لەسەر بنکەی هەرسێ دەفرە یەکسان دەبێت، پەیوەندی بە شێوەو قەبارەی شلەکە نابێت.



وێنە (5-4)

وە لە وێنە (3-5) وێنەی دەفرە هاوبنکەکانە پێویستە پەستان لەسەر خاڵەکانی $A.B.C$ وەك یەك بێت، یان شلەکە لەلایەکی بۆڕییەی بنکەکە بۆ لایەکەی تری بڕوات، ئەمەش روونادات، کەواتە پەستان لەسەر $A.B.C$ یەکسانە پەیوەندی بە شێوەی دەفرەکەوە نیە.

4-پەستان لەناو شلە وەستاوەکاندا بەهەموو ئاراستەیەك بە یەکسانی کاردەکات.


وێنە(3-6)
پەستان لە قوولیەکی دیاریکراو لەناو شلەدا بەهەموو ئاراستەیەکەوە یەکسانە. دەنا شلەکە دەست بە جوولە دەکات.

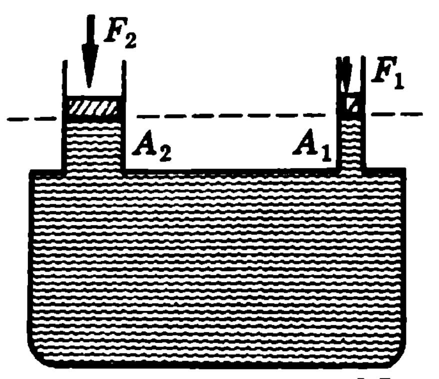
شلە، پەستان بە هەموو ئاراستەیەك دەسەپێنێت، لە وێنە (3-6)دا. شەشپالوێکی زۆر بچووك لە شلەکە بخەرە بەرچاوت، پێویستە ئەو هێزەی پەستانی شلەکە دەیخاتە سەر ڕووێکی شەشپالوەکە، یەکسان و پێچەوانەی ئەو هێزە بێت کە پەستانی شلەکە دەیخاتە سەر ڕووە بەرامبەرەکەی دەنا ئەگەر وەها نەبێت ئەوا هێزێکی بەرئەنجام کار لە شەشپالوەکە دەکات و دەیجوولێنێت، ئەمەش ناسازێت لەگەل ئەوەی کە شلەکە وەستاوە.

5-ئەو زێدە پەستانەی دەخرێتە سەر شلەیەکی پەنگکراو (بەندکراو) (محصور)، بەبێ کەمکردن ئەم زێدە پەستانە بۆ هەموو خاڵەکانی ناو شلەکە دەگوازرێتەوە.

ئەم سیفەتەی شلەی وەستاو، دەکەوێتە بواریك پێی دەگوترێ دەستوری پاسکال Blaise Pascal (1623-1662).

دەستووری باسکاڵ دەڵێ:

ئەو بڕە زێدە پەستانەی دەسەپێندرێتە سەر شلگازێکی قەتیسکراو، پەستان لەهەموو خاڵێکی شلگازەکە بەهەمان بڕ زیاد دەکات. لەوێنە (3-7)، شلەیەك لەناو دەفرمیەك بە شێوەی وێنە (3-7) قەتیسکراوە. ئەو دوو پستنەی (Piston) نیشاندراون رووبەری برگەکانیان (A_1, A_2)ە.



وێنە (3-7) هێزێکی بچووك لەسەر پیستنە بچووکەکە دەتوانێت لەگەڵ هێزێکی گەورە لەسەر پستنە گەورەکە هاوسەنگبێت.

ئەگەر کێشی دوو پستنەکە فەرامۆشبکرێت ئەوا ئاستی شلەکە لە هەردوو بۆڕیەکەدا لە هەمان ئاستی ئاسۆییدا دەبن.

کاتێك هێزێکی دەرەکی F_1 دەخرێتە سەر پیستنی 1، ئەوا ئەم هێزە پستنی 2 بەرەو سەر پاڵدەدات. پێویستە هێزێکی دەرەکیF_2 بەرەو خوار کار لە پستنی 2 بکات بڕەکەشی هەر ئەو هێندە بێت نەهێڵێت ئەم پستنە بەرەو سەر بجوولێت و شلەکە بە وەستاوی بمێنێتەوە. ئەو زێدە پەستانەی دەخرێتە سەر پستنی 1 دەکاتە:

$$\Delta P = \frac{F_1}{A_1}$$

بەپێی دەستووری پاسکال هەمان زێدە پەستان بەبێ کەمکردن بۆ هەموو لایەکی شلە قەتیسکراوەکە دەگوازرێتەوە، بۆیە هەمان زێدە پەستانΔP، بۆ پستنی2 دەگوازرێتەو.

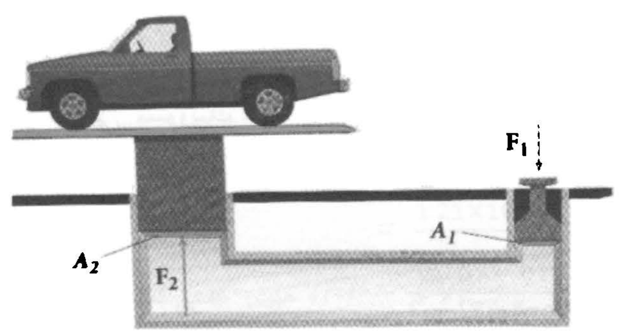
بڕی ئەو هێزە پارسەنگە F_2 کە دەبێت بەرەو خوار کار لە پستنی 2 بکات دەکاتە:

$$F_2 = \Delta P \times A_2$$

$$\therefore F_2 = \frac{F_1}{A_1} \times A_2$$

$$F_2 = \frac{A_2}{A_1} \times F_1 \quad .... (3\text{-}7)$$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1} \quad .... (3\text{-}8)$$



وێنە (3-8) بەکارهێنانی دەستوری پاسکال(بەرزکەرەوەی هایدرۆلیکی)

ئەگەر A_2 زۆر فراوانتربێت لە A_1، ئەوا F_2 زۆر گەورەتردەبێت لە F_1.

ئەم بیرۆکەیە بۆ بەرزکردنەوەی تەنە قورسەکان بەکاردێت، لە ئامێرێکدا پێی دەگوترێ بەرزکەرەوەی هایدرۆلیکی وێنە (3-8)، وە هەروەها بۆ کوشینی تۆی رووەکان بۆ دەستکەوتنی رۆنەکانیان بەکاردێت.

ئەمەش بزانە بڕی ئەو ئیشەی هێزە بچووکەکە F_1 دەیکات یەکسانە بە بڕی ئەو ئیشەی هێزە گەورەکە F_2 دەیکات.

نموونە:

توولە دارێك بە شێوەی لوولەیەکی ڕێکە، درێژی 70cm، تیرەکەی 5cm. ئەگەر بارستەکەی 0.687kg بێت. a) چڕی بارستەیی. b)چڕی کێشیی، c)چڕی ڕێژەیی ئەم توولە دارە بدۆزەوە.

شیکار:

یەکەم هەنگاو قەبارەی لوولەکە دەدۆزینەوە.

$$V = \pi r^2 L = 3.14 \times (2.5\times10^{-2})^2 \times (70\times10^{-2})$$
$$= 1.374\times10^{-3} m^3$$

$$a)\rho_m = \frac{m}{V} = \frac{0.687}{1.374\times10^{-3}} = 500 kg/m^3$$

$$b)D = \rho_m \times g = 500\times9.8 = 4900 N/m^3$$

$$c)\rho_r = \frac{\rho_m}{\rho_{water}} = \frac{500}{1000} = 0.5$$

نموونە:

پەستانی ستوونێك جیوە بەرزیەکەی $74cm$، چەندە؟

چڕی بارستەیی جیوە = $13.6gr/cm^3$

شیکار:

$$\rho_m = \frac{13.6gr}{1cm^3} = \frac{13.6gr\times1\times10^{-3}kg/gr}{1cm^3\times1\times10^{-6}m^3/cm^3}$$
$$= 13600 kg/m^3$$

$$P = \rho_m gh = 13600 \times 9.8 \times 0.74$$
$$= 98627.2 N/m^2$$
$$= 986272 dyn/cm^2$$

ئەم هاوکێشە، $P=\rho_m gh$، تەنها بۆ حسێبکردنی پەستانی شلە بەکاردێت کاتێك هیچ پەستانێکی دی لەسەر رووەکەی نەبێت، بەڵام ئەگەر پەستانێکی دی لەسەر رووی شلەکە هەبێت، ئەوا ئەم پەستانە لەگەڵ پەستانی شلەکە کۆدەکرێتەوە. بۆ دۆزینەوەی پەستان لەهەر ئاستێکدا لەناو شلەکەدا.

پەستان = پەستانی سەر رووی شلەکە + پەستانی شلەکە

$$P = P_s + \rho_m gh \quad ... (3\text{-}9)$$

ئەگەر ئەو قاپەی شلەکەی تێدایە سەری کراوە بێت، ئەوا P_s یەکساندەبێت بە پەستانی ئەتۆمۆسفیر ($P_s = P_{atm} = 1.01 \times 10^5 N/m^2$)

نموونە:

تانکیەك، دووریەکانی بنکەکەی $(2\times3m)$ە، تا بەرزی $3m$ گازۆلینی تێدایە. ئەگەر پەستانی ئەتمۆسفیر لەسەر رووی گازۆلینەکە $1.0\times10^5 N/m^2$ بێت: a) پەستان لەسەر بنکەی تانکیەکە. b) پەستان لەسەر لاتەنیشەکانی c) هێزی گشتی لەسەر بنکەکەی. d) هێزی گشتی لەسەر هەر یەك لەلا تەنیشتە گەورەکەی و بچووکەکەی چەندن؟ چڕی بارستەیی گازۆلین $680\ kg/m^3$.

شیکار:

a) $P=P_s+\rho_m gh$

$P=1.01\times10^5+680\times9.8\times3=1.21\times10^5\ N/m^2$

b) تێکرای پەستانی سەر لاتەنیشت $= \dfrac{\text{پەستان لەسەر سەرەوە} + \text{پەستان لەسەر بنکەی خوارە}}{2}$

$= \dfrac{1.21\times10^5+1.01\times10^5}{2} = 1.11\times10^5\ N/m^2$

c) هێزی گشتی لەسەر بنکە $(F) = PA$

$= 1.21\times10^5\times(3\times2)=7.26\times10^5 N$

d) هێزی گشتی لەسەر تەنیشتە گەورەکە $(F)=PA$

$=1.11\times10^5(3\times3)=9.99\times10^5 N$

هێزی گشتی لەسەر تەنیشتە بچووکەکە $(F)=PA$

$=1.11\times10^5\times(3\times2)=6.66\times10^5 N$

نموونە:

بەرزکەرەوەیەکی ئۆتۆمبێلان وێنە (3-8)، نیوە تیرەی پیستنە بچووکەکەی $5cm$ و هی گەورەکەی $15cm$ە، هەوا پەستێندرایە سەر پیستنە بچووکەکە. ئەم پەستانە بەهۆی شلەکە بۆ پیستنە گەورەکە گواسترایەوە. ئایا هەوا پەستێندراوەکە پێویستە چ هێزێك بسەپێنێت بۆ ئەوەی ئۆتۆمبیلێك کێشەکەی $13300N$ە بەرزبکاتەوە. چ پەستانێك ئەم هێزە پەیدا دەکات؟

شیکار:

لە هاوکێشەی ($3-8$)وە:

$$F_1 = \frac{A_1}{A_2} \times F_2 = \frac{\pi(5\times10^{-2})^2}{\pi(15\times10^{-2})^2} \times 13300 = 1.48\times10^3 N$$

$$P = \frac{F_1}{A_1} = \frac{1.48\times10^3}{\pi(5\times10^{-2})^2} = 1.88\times10^5\ N/m^2 (Pa)$$

نموونە:

هێزی سەر بەنداو (*The force on a Dam*)

تا بەرزی H لە پشتەوەی بەنداوێك، پانیەکەی (W)ە بە ئاو پڕکراوە. (وێنەی تەنیشت)، ئەو هێزەی ئاوەکە دەیخاتە سەر ئەم بەنداوە دیاریبکە.

شیکار:

لەبەر ئەوەی پەستانی شلە راستەوانە بەپێی قوولی دەگۆڕێت بۆیە تێکڕای پەستان لەسەر دیواری بەنداوەکە دەردەهێنین.

$$P_{av} = \frac{P_{\text{رووی سەرەوە}} + P_{\text{بنەوە}}}{2}$$

پەستان لەسەر رووی سەرەوەی ئاوەکە دەکاتە پەستانی ئەتمۆسفیر، ئەمەش فەرامۆش دەکرێت چونکە کار لە هەردوو دیوی بەنداوەکە دەکات.

$$\therefore \quad P_{av} = \frac{1}{2} P_{\text{بنەوە}}$$

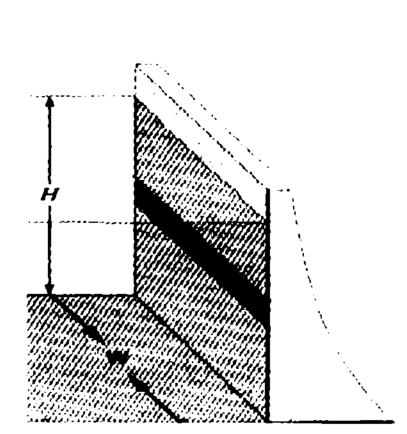
$$P_{av} = \frac{1}{2}\rho_m gH$$

لەبەر ئەوەی

$$\therefore \quad F = PA$$

$$\therefore \quad F = \frac{1}{2}\rho_m g H (WH)$$

$$\therefore \quad F = \frac{1}{2}\rho_m g WH^2$$



ئەگەر پانی بەنداوێك $60m$ بێت تا بەرزی $40m$ بە ئاو پڕکرابێت ئایا ئەو هێزەی ئاوەکە دەیخاتە سەر رووی بەنداوەکە چەندە؟

$$F = \frac{1}{2}\rho_m g WH^2$$

$$F = \frac{1}{2}\times1000\times9.8\times60\times40^2 = 3.7\times10^7 N$$

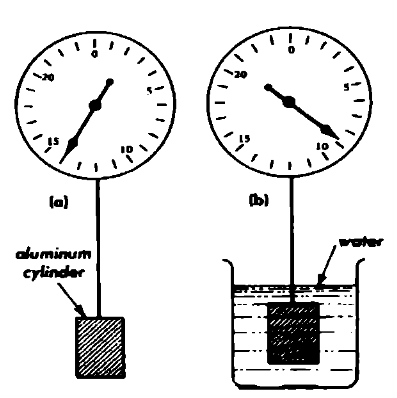
(3-3) پاڵهێزی شلگازەكان Buoyant Forces of Fluids

كاتێك لەناو ئاوی حەوزێكی مەلەوانی دەوەستیت و بەشێكی زۆری لەشت لە ژێر رووی ئاوەكەدایە، هەست دەكەیت ئاوەكە بەرەو سەر بەهێزێك پاڵت دەدات و كێشەكەت كەمبووە. ئەو پەستانەی پێیەكانت دەیخاتە سەر بنی حەوزەكە، كەمتر دەبێت لە ئەو پەستانەی پێیەكانت لە دەرەوەی ئاوەكە دەیخاتە سەر زەوی. هۆی ئەمەش بۆ ئەو هێزە بەرەو سەرە دەگەڕێتەوە كە ئاوەكە دەیخاتە سەر لەشە نقومبووەكەت.

لە راستیدا، بۆ هەر تەنێكی نقوومبوو لە شلگازێكدا، هێزێكی بەرەوسەر لە شلگازەكەوە كار لە تەنەكە دەكات. بەم هێزە بەرەو سەرە دەگوترێ پاڵهێزی شلگازەكە(یان هێزی پالدەری شلگازكە)(F_B) buoyant force.

كەواتە پاڵهێزی شلگاز: ئەو هێزە بەرەو سەرەیە كە شلگاز دەیخاتە سەر ئەو تەنەی، هەمووی یان بەشێكی، لەناو شلگازەكەدا نقوومدەكرێت.

لە وێنە (3-9a)دا قەپانێكی سپرینگدار كێشی تەنێك لە هەوادا دەخوێنێتەوە با بلێین (14N)ە. لە وێنە (3-9b)دا، قەپانەكە كێشی تەنەكە لەناو ئاودا دەخوێنێتەوە، دەبینیت كێشەكەی كەمیكردوە (9N)ە، لە ئەمەوە دیاردەكەوێت كە كێشی تەنەكە لە ئەنجامی نقوومبوونی لە ئاوەكەدا (5N)ی لە چاو كێشەكەی لە هەوادا ونكردووە.



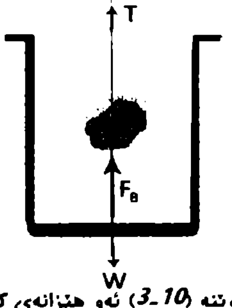
وێنە (3-9a) پێوانی كێشی تەن لە هەوادا. b) پێوانی كێشەكەی لە ناو ئاودا

هۆی ئەمەش ئەوەیە، ئاوەكە بەهێزی 5N بەرەوسەر كار لە تەنە نقوومبووەكە دەكات، بۆیە خوێندنەوەی قەپانەكە كەمدەكات و كێشی 9N بۆ تەنە نقوومبووەكە تۆمار دەكات بە ئەو هێزە بەرەوسەرە 5N، كە ئاوەكە بەرەو سەر دەیخاتە سەر تەنە نقوومبووەكە دەگوتری پاڵهێزی ئاوەكە، بە كێشی تەنەكە لە ئاوەكەدا دەگوترێ كێشی رووكەشی تەنەكە apparent weight.

کەواتە:

کێشی رووکەشی تەنەکە - کێشی تەن لە هەوادا = پاڵهێزی شلە

$$F_B = W_{air} - W_{app} \quad .... \quad (3\text{-}10)$$



وێنە $(3\text{-}10)$ ئەو هێزانەی کار لە تەنە هەڵواسراوەکە دەکەن

لە وێنە $(3\text{-}10)$. سێ هێز کار لە تەنە هەڵواسراوەکەی ناو شلەکە دەکات:

1-کێشی خۆی بەرەو خوار (کێشکردنی زەوی) (W).

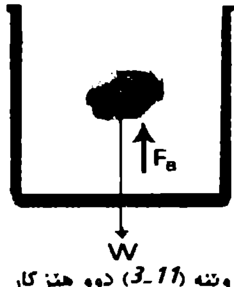
2-گرژی پەتەکە بەرەوسەر(خوێندنەوەی قەپانەکە)(T).

3-پاڵهێزی شلە بەرەو سەر B.

ئەم تەنە لە ژێر کاریگەری ئەم سێ هێزە هاوسەنگە:

$$F_B + T = W$$

$$F_B = W - T \quad ... \quad (3\text{-}11)$$

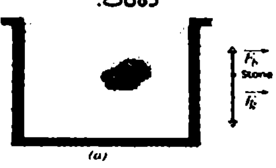


وێنە $(3\text{-}11)$ دوو هێز کار لە تەنی نقوومبوو دەکات.

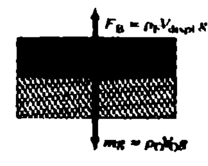
لە وێنە$(3\text{-}11)$، تەنها دووهێز کار لەتەنی نقومبوو دەکات:

1-کێشی خۆی بەرەو خوار $(w=mg)$

2-پاڵهێزی شلەکە بەرەو سەر (F_B)







وێنە $(3\text{-}12a,b,c)$

a بۆ بەرد کێشی تەن لە پاڵهێز زیاترە. $W>F_B$.

b بۆ پارچە دارێك کێشی تەن لەمترە لە پاڵهێز. $W< F_B$

c تەنی سەر شلە کەوتوو هاوسەنگە. $W=F_B$

1.ئەگەر $W>F_B$، ئەوا تەنەکە بەرەو خوار دەجولێت (وەك بەرد) وێنە $(3\text{-}12a)$.

2.ئەگەر $F_B>W$، تەنەکە بەرەو سەر دەجولێت وێنە $(3\text{-}12b)$، تا دەگاتە سەر رووی شلەکە، لەوێدا، سەر شلەکە دەکەوێت، هاوسەنگ دەوەستێت، دوای ئەوەی بەشێکی بە نقوومی دەمێنێتەوە. (وەك تەختەدار).

3.ئەگەر F_B $W=$ لە وێنە $(3\text{-}12c)$ دا، بەرئەنجامی ئەو دوو هێزەی کار لە تەنە سەرکەوتەکە دەکەن سفرە.

$$W - F_B = 0 \Rightarrow W = F_B \quad ..... \quad (3\text{-}12)$$

3-4) دەستووری ئەرخەمیدس Archimedes

ئەو تەنانەی لە شلگازاندا نقوومدەبن، وا پێدەچێت کێشەکانیان لە ناو شلگازەکاندا کەمتر بێت لە چاو کێشەکانیان لە دەرەوەیاندا. بۆ نموونە ئەو بەردەی تۆ ناتوانیت لەسەر زەوی بەرزی بکەیتەوە، بە ئاسانی لە بنی ئاوی رووبارێکەوە بڵندی دەکەیت، کتوپڕیش قورس دەبێتەوە کاتێك لە ئاوەکە دەریدەچووێنیت، هەندی ماددەی تر هەن وەك تەختەدار و فلین... سەر ئاو دەکەون. لەم دوونموونەیەدا، هەرچەندە کێشکردنی زەوی بەرەو خوار کار لە تەنە نقوومبووەکان دەکات، هێزێکی تریش هەیە بەرەوسەر کاریانتێدەکات ئەویش پاڵهێزی شلەکەیە.

پاڵهێز بۆیە پەیدا دەبێت چونکە، پەستانی شلە بەپێی قووڵی زیاددەبێت، ئەو پەستانەی شلە بەرەوسەر دەیخاتە سەر رووی بنەوەی تەنە نقوومبووەکە زیاتر دەبێت لە ئەو پەستانەی شلەکە بەرەوخوار دەیخاتە سەر رووی سەرەوەی تەنە نقوومبووەکە.

بۆ ئەوەی کاریگەری جیاوازی ئەم دوو پەستانە روونبکەینەوە، سەیری وێنە (3-13) بکە، لە وێنەکەدا، لوولەیەکی ڕێك بەرزیەکەی (h)ە، بنکەی سەرەوەو خوارەوەی هەمان رووبەریان هەیەA. لەناو شلەیەکدا، چڕی بارستەییەکەی (ρ_m)ە نقوومکراوە.

وێنە (3-13) نمایشکردنی پاڵهێز

شلەکە پەستانی $P_1=\rho_m g h_1$ بەرەو خوار دەخاتە سەر بنکەی سەرەوەی لوولەکە. ئەو هێزەی لە ئەو پەستانەوە پەیدا دەبێت و دەکەوێتە سەر بنکەی سەرەوە، دەکاتە $F_1=P_1A=\rho_m g h_1 A$ ئاراستەکەش بەرەوخوار دەبیت، شلەکە هێزێکی تر بەرەوسەر دەخاتەسەر بنکەی خوارەوەی لوولەکە.

$$F_2=P_2A=\rho_m g h_2 A$$

لە ڕاستیدا بەرئەنجامی ئەو دوو هێزەیە دەبێتە پاڵهێزی شلەکە F_B، هەوڵی ئەوە دەدات بەرەو سەر پاڵ بە تەنەکە بنێت.

$$F_B = F_2 - F_1 = \rho_m g h_2 A - \rho_m g h_1 A$$

$$F_B = \rho_m g A (h_2 - h_1) = \rho_m g A h$$

$$F_B = \rho_m g V_{\text{لوولە}} = \rho_m g V_{\text{شلەی لادراو}} \quad ......(3\text{-}13)$$

لێرەدا ρ_m چڕی بارستەیی شلەکەیە، V قەبارەی لوولەکەیە، ئەمەش هەمان قەبارەی ئەو بڕە شلەیە کە لوولەکە لایدەدات کاتێك لە ناو شلەکەدا نقوومدەبێت.

$$\because W = \rho_m g V$$

کەواتە: $\rho_m g V_{\text{شلەی لادراو}}$ = کێشی شلەی لادراو∴

لە هاوکێشەی (3-13)وە:

$$\therefore F_B = W_{\text{شلەی لادراوە}} \quad ... (3\text{-}14)$$

کێشی شلەی لادراوە= پاڵهێزی شلە∴

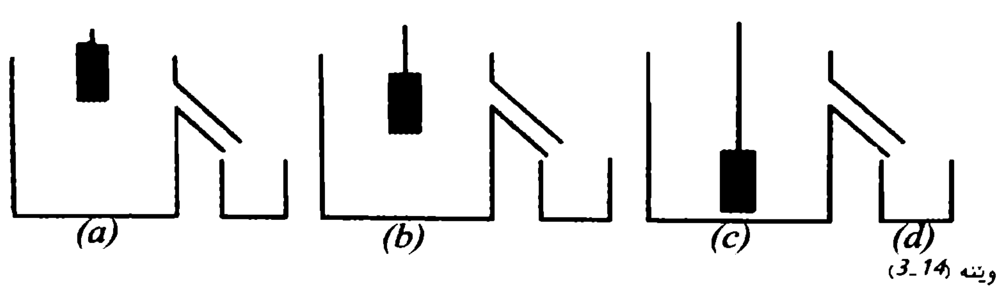
ئێستاکە، ئەوەمان بۆ روونبۆوە کە پاڵهێزی شلەکە بۆ سەر لوولە نقوومبووەکە یەکسان دەبێت بە کێشی ئەو بڕە شلەی لەلایەن لوولە نقوومبووەکە لادراوە.

ئەم ئەنجامەش بۆ هەموو تەنێکی نقوومبوو (یان سەرکەوتوو) راستە، پەیوەندی بە شێوەی تەنەکە نیە، دۆزینەوەی ئەم پەیوەندییە (یەکسانی پاڵهێزو کێشی شلەی لادراو) یەکەم جار بۆ ئەرخەمیدس(287-212 BC) پ.ز دەگەڕێتەوە بە ناوونیشانی دەستووری ئەرخەمیدس ناسراوە.

دەستووری ئەرخەمیدس: پاڵهێزی سەر تەنێکی نقوومبوو لە شلگازێکدا، یەکسانە بە کێشی شلگازی لادراو لەلایەن تەنەکەوە.

(3-5)تاقیکردنەوەی سەلماندنی دەستووری ئەرخەمیدس

1-لە وێنە (3-14a): بە قەپانێکی سپرینگدار کێشی تەنێك لە هەوادا تۆمار دەکەین، دابنێ $W_1 = 16N$. دەفرێکی سوولاوکدار تا ئاستی سوولاوکەکە ئاوی تێدەکەین لە تەنیشتیەوە دەفرێکی بچووك و بەتاڵ لە ژێرەوەی سوولاوەکەکە دادەنێین.



وێنە (3_14)

(a) تەنێك بە قەپانی سپرینگدار دەکێشرێت پێش ئەوەی بۆ ناو ئاوی دەفرەکە شۆڕبکرێتەوە.

(b) تەنەکە ئاو لادەدا، ئاوە لادراوەکەش دەچێتە دەفرە بچووکەکە.

(c)کە تەنەکە بە تەواوی نقوومدەبێت قەبارەی ئاوە لادراوەکە. (d) یەکسان بە قەبارەی تەنەکە دەبێت.

2-وێنە (3-14c): تەنەکە لە ناو ئاودا نقووم دەکەین کێشەکەی لەناو ئاودا بەهۆی قەپانە سپرینگدارەکە تۆمار دەکەین با بڵێین $W_2 = 9N$. کە تەنەکە نقووم دەکەین، ئاستی ئاوی ناو دەفرە گەورەکە هەڵدەچێت، بە ڕێگای سوولاوەکە ئاوە هەڵچووەکە دەڕژێتە دەفرە بچووکەکەی تەنیشتی، بەو ئەو بڕە ئاوەی لە دەفرە بچووکەکە کۆدەبێتە دەگوترێ ئاوی لادراو displaced water، قەبارەکەشی یەکساندەبێت بە قەبارەی تەنە نقوومبووەکە. ئاشکرایە کێشی تەنەکە لەناو ئاودا (7N) لە چاو کێشەکەی لە هەوادا کەمیکردووە. کەواتە:

کێشی تەن لە ئاودا — کێشی تەن لە هەوادا = ئەو بڕەی لە کێشی تەنەکە کەمدەبێت

$$=W_1-W_2 = 16-9= 7N$$

هۆی کەمکردنی کێشی تەنەکە، ئەوەیە، ئاوەکەبە هێزێکی (7N) بەرەوسەر کار لە تەنە نقوومبووەکە دەکات، بە ئەم هێزەش دەگوترێ پاڵهێزی ئاوەکە (شلەکە)

ئێستاکە ئەوەی سەرنج ڕادەکێشێت ئەوەیە، ئەگەر ئاوەکەی ناو دەفرە بچووکەکە واتە ئاوە لادراوەکە بکێشین دەبینین کێشەکەی (7) نیوتنە، ئەمەش هەمان ئەو بڕە کێشەیە کە لە کێشی تەنەکە کەمدەکات کاتێك لەناو ئاوەکەدا نقوومدەکرێت، ئەمەش هەر دەکاتەوە پاڵهێزی ئاوەکە. لە ئەم تاقیکردنەوە، ئەوەمان سەلماند، کە کێشی ئاوی لادراو یەکساندەبێت بە پاڵهێزی ئاوەکە، ئەمەش دەستووری ئەرخەمیدسە.

دەستوری ئەرخەمیدس: ئەگەر تەنێك لە شلەیەك نقوومکرا (یان سەر شلەکە کەوت). ئەوا ئەو بڕەی لە کێشی تەنەکە وندەبێت یەکساندەبێت بە کێشی شلەی لادراو.

نموونە:

گاشە بەردێك قەبارەکەی ($2m^3$)یە، لە ئاوی زێیەکدا نقوومبووە، ئایا ئەو پاڵهێزەی ئاوەکە بەرەو سەر دەیخاتە سەری چەندە؟ (چڕی بارستەیی ئاوی زێ = $1000kg/m^3$)

شیکار:

لەبەرئەوەی قەبارەی بەردەکە ($2m^3$)یە، قەبارەی ئاوی لادراویش دەبێتە $2m^3$، پاڵهێزی ئاوەکەش دەکاتە کێشی ئاوە لادراوەکە، کێشی ئاوە لادراوەکەش یەکسانە بە ئەنجامی لێکدانی چڕی کێشی ئاوەکە جاران قەبارەکەی، کەواتە:

کێشی شلەی لادراو = F_B پاڵهێزی شلە

کێشە چڕی شلە× قەبارەی شلەی لادراو =

$= V \times \rho_m g$

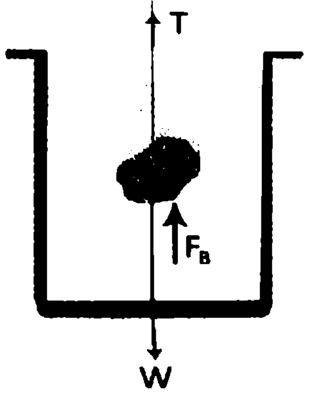
$= 2 \times 1000 \times 9.8$

$= 19600N$

کەواتە، بەردەکە لەناو ئاودا، بەهێزی $19600N$ بەرەو سەر ئاوەکە کاریتێدەکات، ئەگەر کێشی بەردەکە لە هەوادا $46000N$ بێت، ئەوا کێشەکەی لە ئاودا (کێشی رووکەشی) دەکاتە $46000N - 19600N = 26400N$.

نموونە:

سەنگە ئاسنێك ($0.5kg$) و چڕی بارستەیی $7800kg/m^3$ بە پەتێك لەناو دەفرێکی نەوت چڕی بارستەیی $850kg/m^3$ هەڵواسرا، گرژی پەتەکە چەندە؟ (کێشە رووکەشەکەی؟) وێنە (3-15)



وێنە (3-15) $T = W - F_B$

شیکار:

تەنە لەناو نەوت هەڵواسراوەکە لە ژێر کاریگەری سێ هێز هاوسەنگە.

1-کێشی خۆی بەرەو خوار $W =$

2-گرژی پەتەکە بەرەوسەر $T =$

3-پاڵهێزی نەوتەکە بەرەو سەر $F_B =$

کەواتە: $T + F_B = W$

$$T = W - F_B \quad ... (1)$$

بەڵام $W = mg = 0.5 \times 9.8 = 4.9N$

$F_B =$ کێشی شلەی لادراو

$F_B = \rho_{شلە} g \times$ قەبارەی شلە لادراو

$F_B = \rho_{شلە} g \times$ قەبارەی تەنی نقومبوو

$$F_B = \rho_{شلە} g \times \frac{بارستەی\ تەنەکە}{\rho_{تەن}} = 850 \times 9.8 \times \frac{0.5}{7800} = 0.53N$$

بە لەجیاتیدانان لە هاوکێشە (1)

$$T = 4.9 - 0.53 = 4.37N$$

تێبینی:

$$T = W - F_B$$

$$T = mg - \rho_{شلە} g \times \frac{m}{\rho_{تەن}}$$

$$T = mg\left(1 - \frac{\rho_{شلە}}{\rho_{تەن}}\right) \quad ...... (3-15)$$

لە ئەم هاوکێشەدا، کاتێك لە جیاتی هێماکان ژمارەکانی بەرامبەریان دادەنێن، $T = 4.37N$. هەر لە هاوکێشەکەوە دەبنین(T)، واتە کێشی رووکەشی تەنێکی تەواو نقوومبوو دەکاتە $\left(1 - \frac{\rho_{شلە}}{\rho_{تەن}}\right)$ هەندێ کێشە راستەقینەکەی، ئەگەر شلەکەش هەمان چڕی تەنەکەی هەبێت، ئەوا کێشی رووکەش دەبێتە سفر، تەنەکەش لە هەر شوێنێك لەناو شلەکەدا لە توانایدا دەبێت بوەستێت.

3-6) تەنە سەرکەوتەکان Floating Bodies

تەنی سەر شلەکەوتە، هاوسەنگە، دوو هێز کاریتێدەکات، یەکەمیان کێشی خۆی بەرەو خوار (W)، دووەمیان پاڵهێزی شلە F_B بەرەو سەر. بەرئەنجامی ئەم دوو هێزەش دەبێتە سفر. کەواتە:

پاڵهێزی شلە $(F_B) = (W)$ کێشی تەنی سەرکەوتە

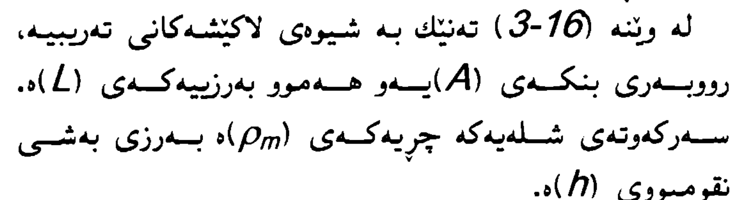
بەڵام بەپێی دەستووری ئەرخەمیدس

کێشی شلەی لادراو = پاڵهێزی شلە

کێشی شلەی لادراو = W (کێشی تەنی سەرکەوتە)

چڕی کێشی شلە × قەبارەی شلەی لادراو = W

چڕی کێشی شلە × قەبارەی بەشی نقومبوو = W



لە وێنە (3-16) تەنێك بە شێوەی لاکێشەکانی تەربیبە، رووبەری بنکەی (A)یەو هەموو بەرزییەکەی (L)ە. سەرکەوتەی شلەیەکە چڕیەکەی (ρ_m)ە بەرزی بەشی نقومبووی (h)ە.

وێنە (3-16) تەنی سەرکەوتە

$$W = \text{قەبارەی بەشی نقومبوو} \times \rho_{m\,\text{شلە}}\, g$$

$$\rho_{m\,\text{شلە}}\, g \times \text{قەبارەی بەشی نقومبوو} = \rho_{m\,\text{تەن}}\, g \times \text{هەموو قەبارەی تەنەکە}$$

$$\frac{\text{قەبارەی بەشی نقومبوو}}{\text{هەموو قەبارەی تەنەکە}} = \frac{\rho_{m\,\text{تەن}}\, g}{\rho_{m\,\text{شلە}}\, g} = \frac{D_{\text{تەن}}}{D_{\text{شلە}}} = \frac{\rho_{m\,\text{تەن}}}{\rho_{m\,\text{شلە}}} \quad ..... (3\text{-}16)$$

$$\therefore \frac{Ah}{AL} = \frac{\rho_{m\,\text{تەن}}}{\rho_{m\,\text{شلە}}}$$

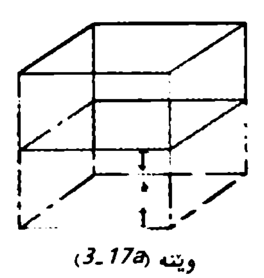
$$\frac{(\text{بەرز بەشی نقومبوو})h}{(\text{هەموو بەرزی تەنەکە})L} = \frac{\rho_{m\,\text{تەن}}}{\rho_{m\,\text{شلە}}}$$

$$\frac{h}{L} = \frac{\rho_{m\,\text{تەن}}}{\rho_{m\,\text{شلە}}} \quad .... (3\text{-}17)$$

$$\frac{h}{L} = \frac{D_{\text{تەن}}}{D_{\text{شلە}}} \quad ..... (3\text{-}18)$$

نموونە:

پارچە دارێکی شەشپاڵو، درێژی لایەکی (10cm)ە. چڕی ڕێژەیی (0.8)ە، سەرکەوتەی ئاوە، بدۆزەوە: a) بەرزی ئەو بەشەی لە ناو ئاودا نقوومدەبێت. b) کێشی ئەو سەنگە کە دەبێ بخرێتە سەر دارەکە بۆ ئەوەی بە تەواوی نقوومبێت و رووی سەرەوەی لە ئاستی رووی ئاوەکە دەبێت، چڕی بارستەیی ئاو $1000kg/m^3$.


وێنە (3_17a)

شیکار:

گریمان بەرزی بەشی نقوومبوو $= h$

$$\rho_{m\,\text{تەن}} = \rho_r \times \rho_{\text{ئاو}} = 0.8 \times 1000 = 800kg/m^3$$

کێشی شلەی لادراو = کێشی تەنی سەرکەوتە

قەبارەی بەشی نقومبوو × چڕی کێشی شلە = قەبارەی تەن × چڕی کێشی تەن

$$800 \times 9.8 \times (0.1 \times 0.1 \times 0.1) = 1000 \times 9.8 \times (0.1 \times 0.1 \times h)$$

$$H = 0.08m = 8\ cm$$

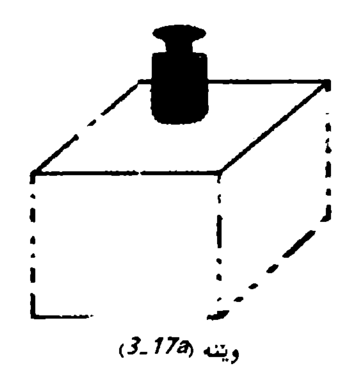
b)

کێشی شلەی لادراو = کێشی تەنی سەرکەوتە + کێشی سەنگ

$$W + 800 \times 9.8\ (0.1 \times 0.1 \times 0.1) = 1000 \times 9.8 (0.1 \times 0.1 \times 0.1)$$

$$W + 9.8 \times 0.8 = 9.8 \Rightarrow W = 9.8\ (1 - 0.8)$$

$$W = 1.96N$$


وێنە (3_17a)

(3-7) دیاركردنی چڕی ڕێژەیی (كێشی جۆری)(ρ_r)

Relative Density Determinations (specific gravity)

بە گشتی چڕی ڕێژەیی هەر ماددەیەك دەكاتە ڕێژەی نێوان كێشی تەنێك لە ماددەكە بۆ كێشی هەندێك ئاو قەبارەكەی یەكسان بێت بە قەبارەی تەنەكە، كەواتە بۆ دۆزینەوەی چڕی ڕێژەیی تەنێك دەبێ دوو بڕمان هەبێ، یەكەمیان كێشی تەنەكە، دووەمیان كێشی بڕێك ئاو قەبارەكەی بەقەدەر قەبارەی تەنەكە بێت. یەكەمیان بە ئاسانی دەستدەكەوێت ئەویش بە بەكارهێنانی قەپانی سپرینگی، كەچی دووەمیان بە سوود وەرگرتن لە دەستوری ئەرخەمیدس دەستدەكەوێت. دەزانین، لە دەستوری ئەرخەمیدس، كە كێشی تەن لە هەوادا كەم كێشەكەی لەناو ئاودا دەكاتە پاڵهێزی ئاوەكە، ئەم پاڵهێزەش دەكاتە كێشی ئاوی لادراو كە قەبارەكەی یەكسانە بە قەبارەی تەنە نقومبووەكە. كەواتە:

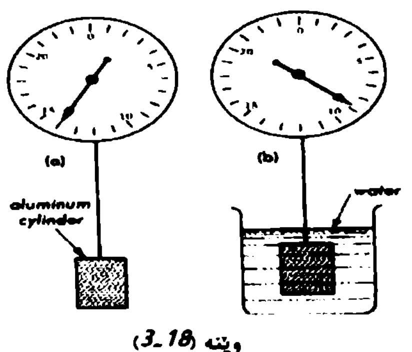
$$\text{چڕی ڕێژەیی تەنێك}\ \rho_{r_{\text{تەن}}} = \frac{W_{\text{هەوا}}}{W_{\text{هەوا}} - W_{\text{ئاو}}} = \frac{W_{\text{هەوا}}}{\text{پاڵهێزی ئاو}} \quad .... (3\text{-}18)$$

هەروەك گوتمان چڕی ڕێژەیی بڕێكی بێ یەكەیە، چونكە ڕێژەی نێوان دوو بڕە بەهەمان یەكە پێوراون. ئێستاكەش ڕێگاكانی دەرهێنانی چڕی ڕێژەیی تەنەكان باسدەكەین:

a) دیاركردنی چڕی ڕێژەیی تەنە رەقەكان

1-چڕی ڕێژەیی تەنێكی ڕەق لەناو ئاودا نقومدەبێت.

لە وێنە (3-18)دا.



وێنە (3-18)

1.تەنەكە لە هەوادا دەكێشین= $W_{\text{هەوا}}$

2.تەنەكە لە ئاودا دەكێشین = $W_{\text{ئاو}}$

$$\rho_{r_{\text{تەن}}} = \frac{\text{كێشی تەن لە هەوا}}{\text{پاڵهێزی ئاو}}$$

$$\rho_{r_{\text{تەن}}} = \frac{W_{\text{هەوا}}}{W_{\text{هەوا}} - W_{\text{ئاو}}}$$

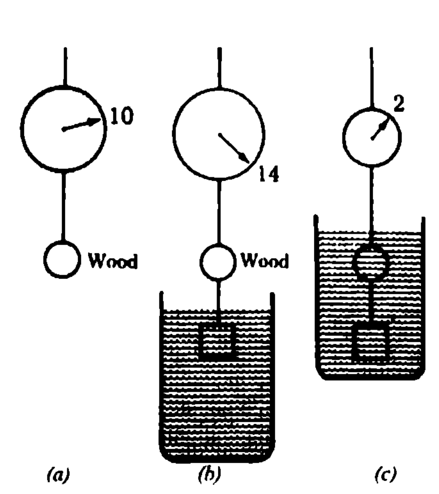
2-چڕی ڕێژەیی تەنی سەر ئاو کەوتە. (وەك تەختە دار).

بڕوانە وێنە (3-19)

1.تەنەکە لە هەوادا دەکێشین= $W_{هەوا}$، وێنە (3-19a)

2.تەنەکە بە تەنێکی تری قورس (لوولەیەکی قورقشم) پێی دەگوترێ نقوومکار هەڵدەواسین، ئینجا نقومکارەکە لە ئاوداو تەنەکەش لە هەوادا دەکێشین=W وێنە (3-19b)

3.هەردووکیان بەیەکەوە لەناو ئاودا دەکێشین = $W_{ئاو}$ وێنە (3-19c).



وێنە (3-19)
دیارکردنی چڕی ڕێژەیی تەنی سەر ئاوکەوتە

$$\text{چڕی ڕێژەیی تەن}\quad \rho_r = \frac{\text{کێشی تەن لە هەوادا}}{\text{کێشی هەردووکیان لە ئاودا} - \text{کێشی نقومکار لە ئاودا} + \text{کێشی تەن لە هەوادا}}$$

$$\rho_r = \frac{W_{هەوا}}{W - W_{ئاو}}$$

$$\rho_r = \frac{a}{b-c}$$

3-چڕی ڕێژەیی تەنێك لە ئاودا دەتوێتەوە (وەك شەکر)

بۆ ئەم حاڵەتە دەبێت شلەیەکمان دەستکەوێت تەنەکەی لەناودا نقوومبێت و نەتوێتەوەش و چڕی کێشیی ($D_{شلە}$) زانراوبێت.

1.تەنەکە لە هەوادا دەکێشین =$W_{هەوا}$

2.تەنەکە لە شلەکەدا دەکێشین = $W_{شلە}$

$$\text{قەبارەی شلەی لادراو = قەبارەی تەنەکە} = \frac{\text{کێشی شلەی لادراو}}{\text{چڕی کێشی شلەکە}} = \frac{W_{هەوا} - W_{شلە}}{D_{شلە}}$$

$$\text{چڕی کێشی تەنەکە } (D_{تەن}) = \frac{\text{کێشی تەن}}{\text{قەبارەی تەن}} = \frac{W_{هەوا} D_{شلە}}{W_{هەوا} - W_{شلە}}$$

$$\text{چڕی ڕێژەیی تەن } (\rho r_{تەن}) = \frac{D_{تەن}}{D_{ئاو}} = \frac{W_{هەوا} \rho r_{شلە}}{W_{هەوا} - W_{شلە}}$$

4)دیارکردنی چڕی ڕێژەی شلەکان.

1.چڕی ڕێژەیی شلە بە ڕێگای دەستووری ئەرخەمیدس

تەنێکی ڕەق دەهێنین، نە لە ئاو و نە لە شلەکەدا بتوێتەوەو لە هەردووکیان نقوومبێت، بڕوانە وێنە (3-20 a, b, c)

1)تەنەکە لە هەوا دەکێشین = $W_{هەوا}$ ، وێنە (3-$20a$)

2)تەنەکە لە شلەکەدا دەکێشین = $W_{شلە}$ وێنە (3-$20b$)

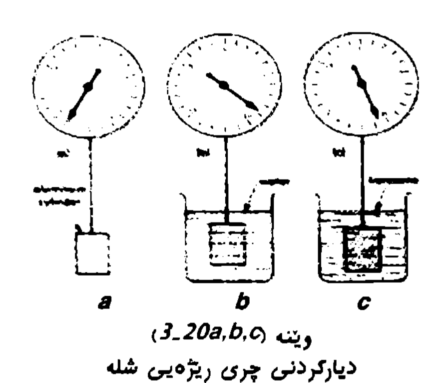
3) تەنەکە لە ئاودا دەکێشین = $W_{ئاو}$ وێنە (3-$20c$)

قەبارەی شلەی لادراو = قەبارەی ئاوی لادراو = قەبارەی تەنە نقوومبووەکە

کەواتە:

$$\text{چڕی ڕێژەیی شلە } (\rho r_{شلە}) = \frac{\text{کێشی شلەی لادراو}}{\text{کێشی ئاوی لادراو}}$$

$$\rho r_{شلە} = \frac{W_{هەوا} - W_{شلە}}{W_{هەوا} - W_{ئاو}}$$



وێنە (3_20a,b,c)

دیارکردنی چڕی ڕێژەیی شلە

2.چڕی ڕێژەیی شلە بە ڕێگای کەمۆڵە

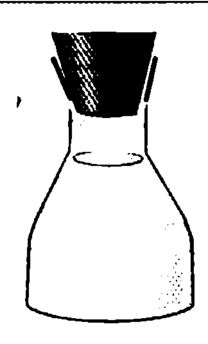
کەمۆڵەی چڕی بریتیە لە کەمۆڵەیەکی شووشەیی قەبارە زانراو یان نەزانراوە، دەمەوانەکەی بۆڕیەکی موویینە. وێنە(3-21)

1)کەمۆڵەکە بە بەتاڵی دەکێشین = W_1

2)کەمۆڵەکە پڕ لە شلە دەکێشین= W_2

3)کەمۆڵەکە پڕ لە ئاو دەکێشین= W_3

$$\rho_{r\,شلە} = \frac{W_2 - W_1}{W_3 - W_1}$$



وێنە (3-21) شووشەیەك بۆ دەستكەوتنی قەبارەی یەكسان لە شلەكان، كاتێك پێیان پڕ دەكرێت، بە كاردێت

3.چڕی ڕێژەیی شلە بە ڕێگای هایدرۆمیتەر

هادیرۆمـەتر دەزگایـەکی سـادەیە بـۆ پێـوانی چـڕی ڕێژەیـی شـلان بـەکاردێت، ئەمـەش بـە چەنـدی دەزگاکـە لـە شـلەکەدا نقوومـدەبێت دێتـە دی. لـە بۆڕیـەکی شووشـەیی پێکدێت، بنـی قورسـکراوە، بـۆ ئـەوەی کاتێـك لـەناو شـلەیەك دادەنرێت بـە شـاولی سـەر شـلەکە بکـەوێت و بەشـێکی نقوومبێـت، کێشـی ئـەو شـلەی لایـدەدات یەکسان دەبێت بە کێشی بۆڕییەکە.

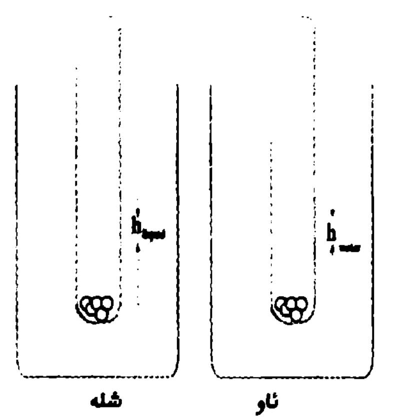
لـە وێنـە (3-22)دا، بۆڕییـەکی شووشـەیی لای بنـەوەی بـە کەلای(هـەڵمات) قورقشم قورسکراوە، ڕووبەری پانە بڕگـەی (A)، درێژی بەشـی نقوومبـووی (h)ی بۆڕیەکە بە پێچەوانە دەوەستێتە سەر چڕی شلەکە. جارێك سەر ئاو جارێکی دی سەر ئەو شلە دەخرێت کە مەبەستە چڕیەکەی بپیورێت.

$$کێشی\ بۆڕیەکە = D_{شلە} \times h_{شلە} \times A$$

$$کێشی\ بۆڕیەکە = D_{ئاو} \times h_{ئاو} \times A$$

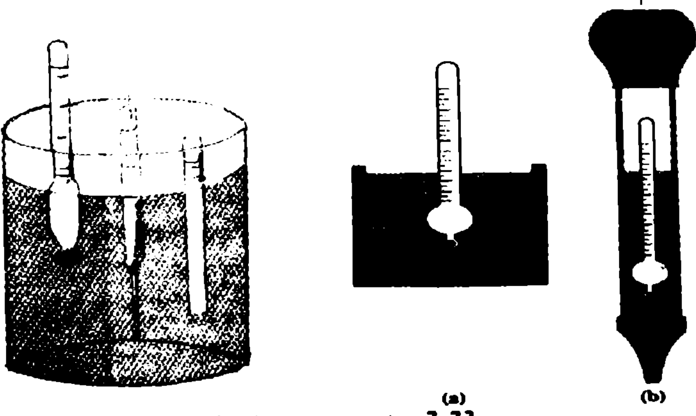
$$\frac{D_{شل}}{D_{ئاو}} = \frac{h_{ئاو}}{h_{شلە}}$$

$$\therefore\ \rho_{r\,شلە} = \frac{h_{ئاو}}{h_{شلە}}$$



وێنە (3-22) هایدرۆمەترەکە. لەشلەدا (شلەh) لە ئاودا (ئاوh)نقوومدەبێت.

دیمەنی هەندێ هایدرۆمەترە تیجاریەکان لە وێنە (2-23) نمایشکراون، هادیرۆمەتری پاتری ئۆتۆمبیل کە بەکاردێت بۆ پێوانی چڕی ڕێژەیی ترشی کیبریتیك لەسەرئەم بنەمایە کاردەکات.

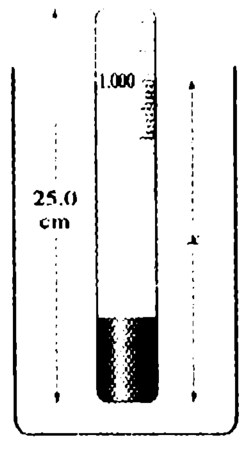


وێنە (2_23) هایدرۆمەتری جیا جیا

نموونە:

هایدرۆمەترێکی تایبەت، لە بۆڕیەکی شووشەیی بن قورسکراو پێکدێت، درێژیەکەی $25cm$ و ڕووبەری پانە بڕگەی $2cm^2$ و بارستەکە $(45gr)$ە. چەند دوور لە بنەیەوە نیشانە (1)، لەسەری دادەنرێت وێنە(2-24).

شیکار:



وێنە (2_24)

چڕی ڕێژەیی ئاو دەکاتە 1 . گریمان ئەم هایدرۆمەترە کە سەر ئاوی دەخەین x_{cm} ی لێ نقوومدەبێت.

کێشی ئاوی لادراو = کێشی تەنی سەرکەوتە

$$45\times980 = (2\times x)\times1\times980$$

$$x=22.5cm$$

کەواتە دەبێ نیشانە 1، $22.5cm$ لە کۆتایی خوارەوەی دابنرێت. وێنە (2-24)

پرسیارو راهێنان

پرسیار

1. پەستانی شلە لە خاڵێك لەناویدا لەسەر چی بەندە؟
2. چڕی بارستەیی، چڕی کێشی، چڕی ڕێژەیی، پێناسبکە؟
3. بنە پێیەکانی حوشتر پانن، بۆ؟
4. دەستووری پاسکاڵ بڵێ، یەکێك لە بەکارهێنانەکانی باسبکە.
5. بۆ ڕووی شلەی وەستاو لێژ ناوەستێت؟
6. ئەو بڕە کێشەی لە کێشی تەنێکی نقوومبوو لە شلەیەکدا، ونده‌بێت لەسەر چی بەندە؟
7. کاتێك پاپۆڕێك لە ڕووبارێکەوە دەچێتە دەریا چی بەسەر بەشە نقوومبووەکەی دێت، وەك خۆی، زۆرتر، یان کەمتر دەبێت؟
8. پاڵهێزی شلە لەسەر تەنێکی نقوومبوو لەسەر چی بنەدە؟
9. پاپۆڕێکی بە زیخ (لم) کۆڵکرا، لەبەر نزمی پردێك ناتوانێ بەژێریدا بڕوات، کەمێك لە پردەکە بەرزترە، چی پێویستە بکرێت؟ زۆرتر بە زیخ کوڵبکریت، یان بەشێك لە زیخەکەی لە کۆڵبکرێتەوە، تا بتوانێت بەژێر پردەکە تێپەڕبێت.
10. ڕوونیبکەوە، چۆن بەکردار دەتوانی چڕی تەنێکی شێوە شەشپاڵو بپیویت، بە بەکارهێنانی راستەیەك و قەپانێکی سپرینگی.
11. جامە ئاوێك، بە قەپانێکی سپرینگی هەڵواسراوە، ئایا خوێندنەوەی قەپانەکە دەگۆڕێت ئەگەر: *a)* خشتێکی تەپەدۆر خرایە سەر ڕووی ئاوەکە. *b)* پارچە مسێك لەناو ئاوەکەدا هەڵواسرا؟ هەردوو بار ڕوونبکەوە.
12. بۆچی پارچە ئاسنێك سەر جیوە دەکەوێت و لە ئاودا نقوومدەبێت؟ ڕوونیبکەوە.
13. چڕی ماددەیەك لەهی ماددەیەکی دی زۆرترە، ئایا ئەمە مانای ئەوەیە کە گەردەکانی ماددەی یەکەم لە هی دووەم قورسترن؟
14. ئایا شەشپالوێکی سەهۆل سەر ئەلکهور دەکەوێت؟ ئا یان نەء، ڕوونیبکەوە.

15. ئایا ئەو پاڵهێزەی ئاوی دەریا دەیخاتە سەر تەنێکی نقوومبوو، لە بنی دەریا وەك لە نزیك رووەکەی وایە؟

16. بۆچی سەر خێواوك کەوتن لەهی ئاوی روون؟ ئاسانترە؟

راهێنان

پ1/ئەو پەستانە چەندە کە ستوونێکی جیوە پەیدایدەکات، بەرزیەکەی ($72cm$)ە. بە dyn/cm^2.

وەڵام: $959616\ dyn/cm^2$

پ2/توولێك درێژیەکەی ($37.5cm$)ە، سەر چوارەم کلۆریدی کاربۆن دەکەوێت و ($22.5cm$)ی لێ نقوومدەبێت، ئەگەر چڕی بارستەیی ئەم شلەیە $1.6g/cm^3$ بێت ئایا چڕی بارستەیی ئەم توولە چەندە؟

وەڵام: $0.96g/cm^3$

پ3/چڕی ڕێژەیی پارچە مسێك چەندە؟ ئەگەر کێشەکەی لە هەوادا $1\times10^5 dyn$ بێت لەناو ئاویشیدا $8.88\times10^4 dyn$ بێت.*

وەڵام: 8.9

پ4/حەوزێك درێژیەکەی $5m$ و پانیەکەی $3m$، تا بەرزی $2m$ ئەلکهولی تێدایە، ئەگەر چڕی بارستەیی ئەلکهول $0.8g/cm^3$ بێت ئایا هێزی گشتی a) لەسەر بنکەکەی b)لەسەر تەنیشتە گەورەکەی c) لەسەر تەنیشتە بچووکەکەی ئەم حەوزە چەندە؟ ئەگەر زانیت پەستانی ئەتمۆسفیر (پەستانی هەوا) $=1.01\times10^5 N/m^2$ یە.

وەڵام: a) $1.76\times10^6 N$ b) $1.38\times10^6 N$ c) $8.28\times10^5 N$

پ5/قاپێك بە تەواوی پڕنەکراوە بە ئاو، خرایە سەر تای تەرازوێك، سەنگێك خرایە سەر تاکەی تری تا تەرازووەکەهاوسەنگبوو، گۆیەکی ئاسن بە دەزوێك هەڵواسراو لە ئاوەکەدا نقوومکرا، بێ ئەوەی بە بنی قاپەکە بکەوێت، ئەگەر

* $P_{atm}=1.013\times10^5 N/m^2= 1.013\times10^6 dyn/cm^2$

کێشی گۆیە ئاسنەکە $75N$ بیت و چڕی ڕێژەییەکەشی (8)بێت: $a)$ئایا هاوسەنگی تەرازووەکە تێکدەچیت؟ ئەگەر تێکبچێت ئایا پێویستە چی بکەیت بۆ ئەوەی هاوسەنگی بۆ تەرازووەکە بگەڕێنیتەوە؟ $b)$ئەگەر دەزووەکە بپچڕێت، گۆیەکە لە بنی قاپەکەدا جێگیربێت، ئەم جارە چی دەکەیت بۆ گەڕاندنەوەی هاوسەنگی؟

وەڵام:

$a)$ بخرێتە سەر تایەکەی، بەڵێ $9.3N$

$b)$ بخرێتە سەر تایەکەی $75\ N$

پ6/ پارچە تەپەدۆرێك کێشەکەی $(10N)$و چڕی ڕێژەیی (0.25)ە بە دەزوێك بە بنی قاپێکەوە بەسترا، قاپەکە پڕکرا بە ئاو، تا تەپەدۆرەکە بە تەواوی نقوومبوو، ئایا گرژی دەزووەکە دەبێتە چەند؟ وەڵام: $30N$

پ7/تەنێکی ڕەق کێشەکەی لە هەوادا $40N$و لە ئاودا$30N$ و لە نەوتدا $32N$.

ئایا چڕی ڕێژەیی : $a)$ تەنەکە $b)$ نەوتەکە $c)$ قەبارەی تەنەکە چەندن؟

وەڵام: $a{:}4\quad b{:}\ 0.8\quad c{:}\ 0.005m^3$

پ8/تەپەدۆرێکی شەشپاڵوی سەرکەوتەی ئاو، چڕی ڕێژەیی (0.25)ە. کاتێك تەنێکی $(2kg)$ی دەخرێتە سەر ڕووی سەرەوەی $(5cm)$ی تری لێ نقوومدەبێت، ئایا درێژی لایەکی ئەم شەشپاڵوە چەندە؟ بەشی نقوومبووی چەند بووە پێش دانانی تەنەکە؟ وەڵام: $20cm\ ,\ 5\ cm$

پ9/پارچە تەختەدارێك، کێشەکەی لە هەوادا $(2.4N)$ە، پارچە ئاسنێکیش کێشەکەی لەناو ئاودا $(6N)$ە، بەیەکەوە بەستران کێشی هەردووکیان لە ئاودا $(5N)$ە، چڕی ڕێژەیی تەختەدارەکە چەندە؟ وەڵام: 0.7

پ10/تەنێکی سەرکەوتەی ئاو $(\frac{1}{5})$ی قەبارەکەی لە دەرەوەی ئاوەکە دەبێت. کاتێك هەمان تەن سەر شلەیەك دەکەوێت، $(\frac{1}{3})$ی قەبارەکەی لە دەرەوەی شلەکەدا دەبێت، ئایا چڕی ڕێژەیی ئەم شلەیە چەندە؟ وەڵام: 1.2

پ11/کێشی تەنی (A) لە هەوادا ($3N$)ە. کەچی کێشی تەنی (B) لە هەوادا ($6N$)ە و لە ئاودا ($4N$)ە. تەنی (A) و تەنی (B) بەیەکەوە بەستران، کاتێك لە ئاودا نقوومکران کێشی هەردووکیان لە ئاودا بوو بە ($2N$). چڕی ڕێژەیی هەریەك لە تەنی A,B چەندە؟

وەڵام: $\rho_{rB} = 3$, $\rho_{rA} = 0.6$

پ12/بارستەی کەمۆڵەیەکی چڕی، بە بەتاڵی ($20g$)ە، پڕ لە ئاو ($30g$)ە، پڕ لە نەوت ($28g$). چڕی ڕێژەیی نەوت چەندە؟

وەڵام: 0.8

پ13/کەمۆڵەیەکی چڕی، بارستەکەی بە بەتاڵی ($15g$)ە، پڕ لە جیوە ($151g$)ە، پڕ لە شلەیەك ($23g$)ە. ئەگەر چڕی ڕێژەیی جیوە (13.6) بێت. ئایا چڕی ڕێژەیی ئەم شلە چەندە؟

وەڵام: 0.8

پ14/پارچە زیوێکی بچووك، چڕی بارستەیی ($10.5g/m^3$)یە، لەناو پارچە دارێکی سنەوبەر چڕی بارستەیی ($0.5g/cm^3$)یە. شاردراوەتەوە، کاتێك لەناو ئاودا نقوومکران بینرا، بارستەی هەردووکیان لەناو ئاودا ($250g$)ەو $1000cm^3$ ئاو لادەدەن، بارستەو قەبارەی هەریەك لە پارچە دارەکەو پارچە زیوە شاردراوەکە چەندە؟

وەڵام: $787.5g$, $75cm^3$ بۆ زیوەکە $462.5g$, $925cm^3$ بۆ پارچەدارەکە

پ15/ئەگەر زانیت، چڕی ڕێژەیی جیوە 13.6 بێت و چڕی ڕێژەیی کوارتز 2.65 بێت، ئایا ڕێژەی نیوان ئەو بەشە قەبارەی کوارتز کە لە جیوەدا نقوومدەبێت بۆ هەموو قەبارەکەی چەندە، کاتێك سەر جیوە دەکەوێت؟

وەڵام: 19.5%

پ16/هایدرۆمەترێك، تا قووڵی $22cm$ لە ئاودا نقوومدەبێت، تا چ قووڵیەك لە گیراوەیەکی خوێ چڕی ڕێژەیی 1.1 بیت نقوومدەبێت؟

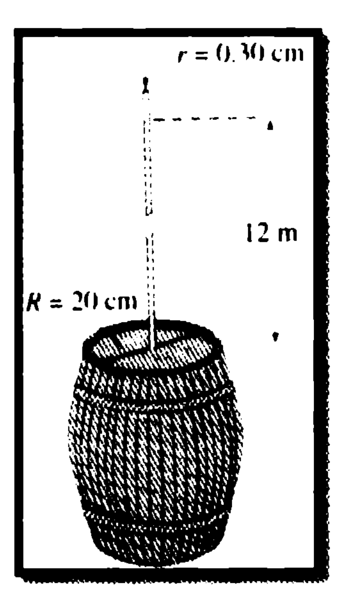
وەڵام: $20cm$

پ17/بەلەمێك درێژی 24m و پانی 6m، بنکەی تەختە، سەرکەوتەی ئاوی رووباریکە، چەند زیاتر نقوومدەبێت ئەگەر کۆلی (72 ton)ی (تۆن) لێبندرێت؟ (1ton =1000kg)　　وەڵام: 0.5m

پ18/تاجی پاشایەك بارستەکەی (14.7kg)ە، وە بارستە پێوراوەکەی لەناو ئاودا (13.4kg)ە. ئایا ئەم تاجە لە زێر دروستکراوە؟
وەڵام: نەء لە قورقوشم ρ_r =11.3

پ19/دووریەکانی هەگبەی پشتی پیاوێك (60cm×25cm×15cm)ە. بە خشتی زێر پڕکراوە، بارستەی هەگبەکە دەبێتە چەند؟ دەبێ پیاوەکە بتوانێت هەڵیبگرێت؟
($\rho_{r_{زێر}}$ = 19.3)　　وەڵام: 434.25kg

پ20/گیراوەیەکی دژە بەستن (antifreeze)، چڕی رێژەیی (0.8)ە، لەگەڵ چوار لیتر (4Liter) ئاو تێکەڵکرا بۆ دەستکەوتنی نۆ لیتر(9Liter) لە تێکەڵەکەیان، ئایا چڕی رێژەیی ئەم تێکەڵە چەندە؟
وەڵام: 0.888



وێنە (3-25)

پ21/بۆ ئەوەی پاسکال دەستوورەکەی بەکردار بۆ خەڵك بسەلمێنێت، بۆڕێەکی باریکی نیوەتیرە (0.3cm) بە شاولی لەسەر بنکەی سەرەوەی بەرمیلێکی نیوتیرە (20cm) دانا، وێنە (3-25). کاتێك بەرمیلەکەو بۆڕیەکەی تا بەرزی 12m پڕ ئاوکرد، بەرمیلەکە تەقیەوە. a) بارستەی ئاوی ناو بۆڕیەکە چەندە؟ b) ئەو هێزەی کەوتۆتە سەر بنکەی سەرەوەی بەرمیلەکە چەندە؟
وەڵام: 0.34kg , 1.5×10^4N

پ22/ پارچە دارێك بارستەكەی ($0.48kg$)ە، سەر ئاو دەكەوێت بەڵام لە ئەلكهول، چڕی ڕێژەیی (0.79)، نقوومدەبێت. بارستە پێوراوەكەی دەبێتە ($0.047kg$)، ئایا چڕی ڕێژەیی پارچە دارەكە چەندە؟
وەڵام: 0.88

پ23/پارچە كانزایەك بارستەكەی ($10g$)ە، كاتێك لە ئاودا نقوومدەكرێت بارستە ڕووكەشەكەی دەبێتە ($8g$)بەڵام كاتێك لەناو جۆرە زەیتێك نقوومدەكریت بارستە ڕووكەشەكەی دەبێتە ($8.5g$). a)چڕی ڕێژەیی كانزاكە چەندە. b)چڕی ڕێژەیی زەیتەكە چەندە؟ وەڵام: 5 , 1.3

پ24/ تەنێك بارستەكەی ($0.5kg$)ە، چڕی بارستەیی ($4600kg/m^3$)یە. بە دەزوێك لەناو شلەیەكدا چڕی بارستەییەكەی ($1500kg/m^3$)بوو هەڵواسرا، نقومكرا، گرژی دەزووەكە چەندە؟ وەڵام: $0.04N$

پ25/بارستەی خشتێكی دار ($8kg$)ە، چڕی بارستەییەكەی $600kg/m^3$. ئەگەر بمانەوێت (90%)ی قەبارەكەی لە ئاودا نقوومبێت، پارچە قورقوشمێك بەلای بنەوەی خشتەكە دەبەستین، ئایا بارستەی قورقوشمەكە چەندە؟ چڕی بارستەیی ئاو= $1000kg/m^3$، چڕی بارستەی قورقوشم=$11000kg/m^3$
وەڵام: $4.4kg$

پ26/لە پرسیارەكەی پێشتر، ئەگەر قورقوشمەكە، لەسەر ڕووی سەرەوەی خشتە دارەكە ببەسترێت بە جۆرێك لە ئاوەكەدا نقووم نەبێت، ئایا بارستەی قورقورشمەكە چەند دەبێت.
وەڵام: $4kg$

پ27/باریجەیەك (جۆرێكی پاپۆڕە) بە ئاسن چڕی بارستەییەكەی ($7900kg/m^3$)یە باركراوە، سەر ئاوی حەوزێكی داخراو كەوتووە، درێژی حەوزەكە $50m$و پانیەكەی ($10m$)ە. ئەگەر $2000kg$ لە بارە ئاسنەكەی بخرێتە ناو ئاوەكە. ئایا چ گۆڕانێك لە ئاستی ئاوی ئەم حەوزە ڕوودەدات.
وەڵام: $3.49mm$ نزمدەبێت.

بەشی چوارەم Chapter 4

سیفەتی گازەکان
GAS PROPERTIES



ئەمە وێنەی گۆی زەویە، لە دوورەوە بەهۆی مانگێکی دەستکرد وەرگیراوە. ئەم گۆیە بە قەپێلێك هەوا دەورەدراوە، پێکهاتووە لەچەند جۆرە گازی جیا جیای تێکەڵ. ئێمەی ئادەمیزادو هەموو جۆرە زیندەکانی تری سەر رووی زەوی لە بنی ئەم دەریا هەوایەە کە پێی دەگوتری ئەتمۆسفیر دەژین، لەم بەشەدا چینەکانی ئەتمۆسفیر دەخوێنین ئەو پەستانەی دەیخاتە سەر تەنەکان حسیبدەکەین، ئەم تاقیکردنەوە کە بۆ پێوانی پەستانی ئەتموسفیر ئەنجامدراوە باسدەکەین، لە یاسای گازەکان و ئامێرەکانی پێوانی پەستانیان شارەزادەبین، گەردە بیرۆدۆزی گازەکان دەخوێنین کە بە یەکێك لەو بیردۆزە گرنگانە دادەنرێت کە عەقلی ئادەمیزاد دەرئەنجامی هێناوە.

بەشی چوارەم
سیفەتی گازەکان
GAS PROPERTIES

(4-1) ئەتمۆسفیر Atmosphere

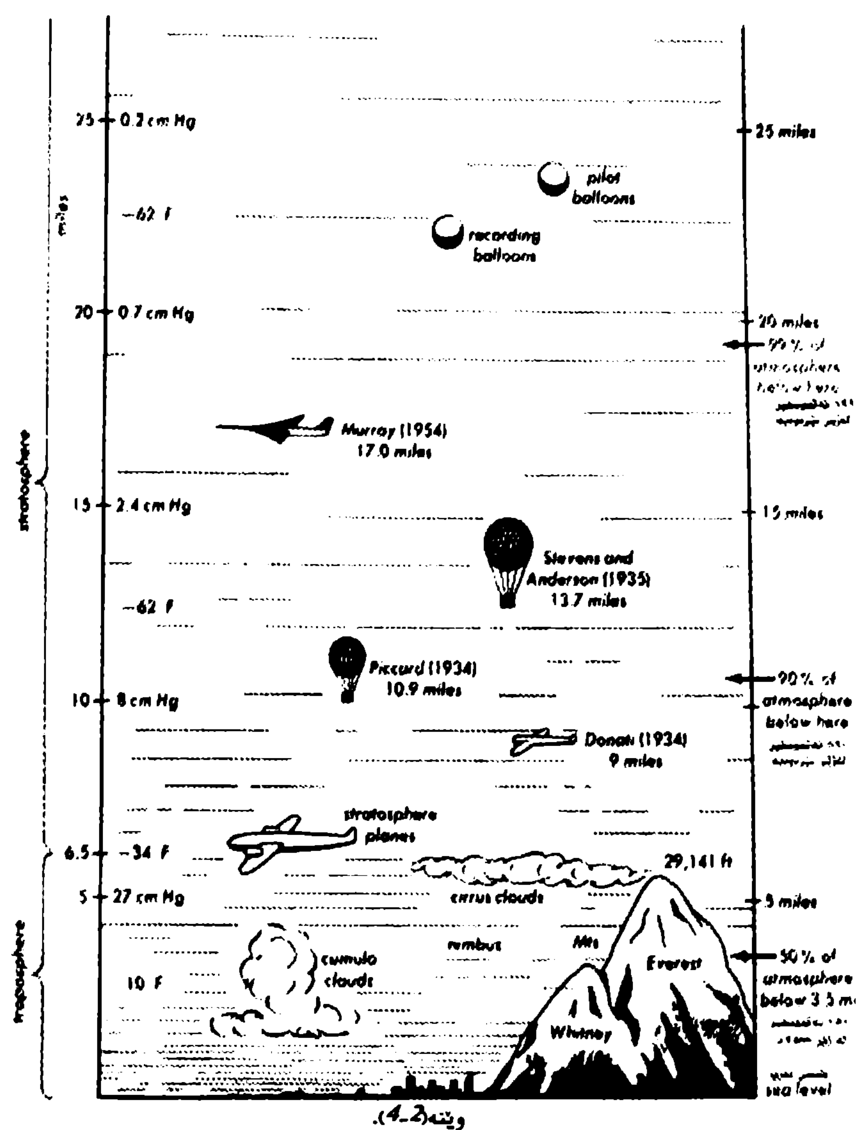
ئێمەی لەسەر رووی زەوی، هەستدەکەین کە لە ژێر ئۆقیانوسێکی Ocean گەورەی هەوا نقوومبووین، ئەم ئۆقیانۆسە هەوایە، وەك بەرگێك دەوری گۆی زەوی داوە، پێی دەگوترێ ئەتمۆسفیر، بە ئەستووری چەندە سەد کیلۆمەترێك رووی زەوی داپۆشیوە. وێنە (4-1).

چڕی هەوا لە ئەو چینەی نزیك رووی زەوی زۆرترینە، چەند لە رووی زەوی دووربکەوێتەوە چڕی هەوا بەرەبەرە کەمتر دەبێت، بەرگە هەواش تەنکتر دەبێت، لە فەزای دەرەوە چڕی هەوا هێندە کەمدەبێت تا لە بەرزی نزیکەی 80km، یەك سەنتیمەتر سێجا ($1cm^3$)، تەنها چەند گەردێکی هەوای تێدا دەمێنێت.

وێنە(4-1):نواندنی هەوای دەوری زەوی بە وێنە، تێبینی ئەوە کراوە کە چڕی هەوا لەگەڵ بەرزی کەمدەبێت.

بۆیە بە بۆشایی (vaccume) تەواو داناندرێت، تاکوو لە نێوان ئەستێرەکانیش گەردەکانی هەوا هەیە، بەڵام لە یەکتری زۆر دوورن و درێژی رێڕەوە سەربەستەکانیان نزیکی 10km دەبێت، مانای هەتا گەردێك بە یەکیتر دەکەوێت ماوەی 10km دەبڕێت.

له وێنه (4-2)دا، هێڵکاریەکی پانه برگەی ئەتموسفێر دەبینین لەلای راستی هێڵکاریەکە تێبینیدەکرێت کە (50%)ی ئەتمۆسفیری زەوی دەکەوێتە ژێرەوەی 5.6km و (99%)ی



وێنە(4-2).
بە وێنە روونکردنەوەی راستیە گرنگەکانی ترۆپۆسفیرو ستراتۆسفیرو ئەو بەرزاییانەی مرۆڤ بە بالوون و فرۆکە پێی گەیشتووە.

دەکەوێتە ژێرەوەی 32km، باقیەکەشی کە دەکاتە (1%) ئەتمۆسفیری زەوی، بەشی سەرەوەی بەرگە هەوا پێکدێنێت و تا بەرزی چەند سەد کیلۆمەترێك بەرزدەبێتەوە، هەر ئەم بەشە سەرەوەی ئەتمۆسفیرە هەڵدەستێت بە گەڕاندنەوەی شەپۆلە رادیۆییەکان (شەپۆلی کارۆموگناتسی درێژن بۆ گەیاندنی بێتەلی بەکاردێن) بەرەو رووی زەوی، بەمەش گەیاندنی رادیۆیی بۆ ماوەی دوور بە دەوری کووری زەوی تەئمیندەکات (تأمین).

ئەم هەوایەی دەوری زەوی داوە لە تێکەڵەی چەند جۆرە گازێك پێکدێت، 71% نایترۆجین، 21% ئۆکسجین، 1% لە ئەرگۆن، باقیەکەشی کە نزیکی 1% ئەم گازانە دەگرێتەوە. دوانە ئۆکسیدی کاربۆن، هایدرۆجین، نیۆن، کریبتۆن، هێلیۆم، ئۆزۆن، زینۆن.

بەرگە هەوای زەوی (ئەتمۆسفیر) بۆ چەند چینێك بەپێی سیفەتە فیزیاییەکانیان بەتایبەی پلەی گەرمیان، دابەشدەکریت، ئەم چینانە دەچنە ناو یەکتری و سنوورێکی دیاریکراو لە نێوانیاندا نیە، چینە سەرەکیەکانی ئەتمۆسفیری زەوی ئەوانەن.

1ـ ترۆپۆسفیر Troposphere

ترۆپۆسفیر نزمترین چینەکانی ئەتمۆسفیرە. دیاردەکانی کەش و هەوای، وەك جولانەوەی هەورو باو باران و زریان و بروسکەی تێدا روودەدات، مرۆڤ و بوونەوەرەکانی تیادا دەژیت، بە بڵندبوونەوە، پلەی گەرمی تیایدا کەم دەبێت، ئەستووریەکەی لە نێوان 7km لە دوو جەمسەرەکەی زەوی بۆ 20km لە هێڵی یەکسانی دەگۆڕێت.

2ـ ستراتۆسفیر Stratosphere

دوای چینی ترۆپۆسفیردێت. نزیکەی لە بەرزی 20kmوە دەستپێدەکات بۆ بەرزی 50km. (99%)ی هەموو ئۆزۆنی (O_3) بەرگە هەوای زەوی دەکەوێتە چینی ستراتۆسفیر، کۆبوونەوەی ئۆزۆن لە بەشی سەرەوەی ئەم چینە زۆرترە لە چاو بەشی خوارەوەی، ئەمەش وادەکات کە گەردەکانی ئۆزۆن لە بەشی سەرەوەی چینی ستراتۆسفیر بتوانن وزەی شەپۆڵە کورتە ترسناکەکانی تیشکی سەرو بنەوشەیی

(U.V) کە لە خۆرەوە دێن هەڵمژن، بە ئەم هەڵمژینەی وزەیە، بەشی سەرەوەی ستراتۆسفیر گەرمدەبێت، بۆیە بە پێچەوانەی چینی تربۆسفیر، لە چینی ستراتۆسفێردا، بە بڵندبوونەوە، پلەی گەرمی زیاد دەبێت، هەر لەبەر ئەم هۆیەشە، تەزووەکانی هەڵگرتنی گەرمایی (convection) لەم چینە روونادات، بۆیە جوولەی هەوای شاولی تیادا روونادات، بە چینێکی ئارام دادەنرێت، بێ هەورە، باو بارانی نیە، بۆیە فڕۆکە بازرگانیەکان بەشی خوارەوەی ستراتۆسفیر بۆ هاتن و چوون بەکاردەهینن.

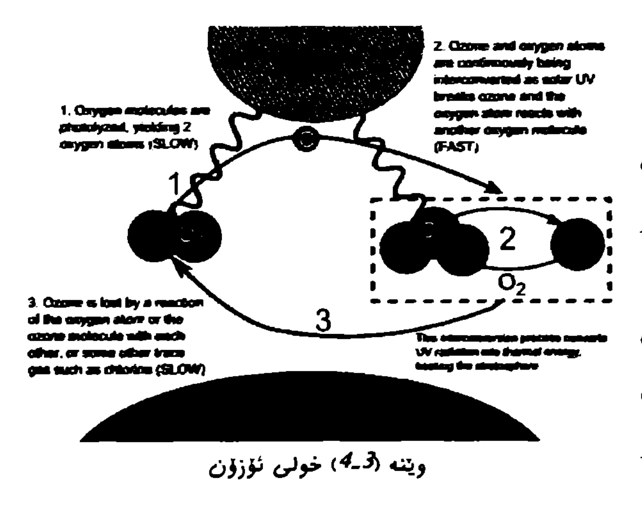
چینی ئۆزۆن بە کاریگەری تیشکی سەرو بنەوشەیی پەیدا دەبێت، کاتێك ئەم تیشکە بە گەردە ئاساییەکانی ئۆکسجین O_2 دەکەوێت، ئەوا هەر گەردێك بۆ دوو ئەتۆمی سەربەخۆی ئۆکسجین O دەشکێت، ئەم ئەتۆمە سەربەخۆیانەی ئۆکسجینO لەگەڵ گەردەکانی ئۆکسجین O_2 یەکدەگرن و گەردی ئۆزۆن O_3 پێکدەهێنن. ئەم گەردانەی ئۆزۆن جێگرنین، کە تیشکی سەروبنەوشەییان پێدەکەوێت بۆ گەردی O_2 و ئەتۆمی O هەڵدەوەشێن، ئەم کردارەش دووبارەو بەردەوام روودەدات، پێی دەگوترێ خولی ئۆزۆن – ئۆکسجن ozone –oxygen cycle ئەمەش هاوکێشە کیمیاییەکانی ئەم خولەیە.

$$O_2 + \mu h \rightarrow 2O$$
$$O_2 + O \rightarrow O_3$$
$$O_3 + \mu h \rightarrow O_2 + O$$

دەبینیت، ئەم کارلێکە کیمیاییانە، بە هەڵمژینی وزەی فۆتۆنەکانی (μh) تیشکی سەروبنەوشەیی روودەدەن. بۆیە ئەم تیشکە ترسناکانە لە بەشی سەرەوەی چینی ستراتۆسفیر هەڵدەمژرێن بەروی زەوی ناگەن، زیندە لێیان رزگار دەبێت.

ئەگەر مرۆڤ بۆ ماوەیەکی درێژ بەر تیشکی سەروبنەوشەیی شەپۆل کورت بکەویت، لەوانەیە تووشی شێرپەنجەی پێست بیت، چینی ئۆزۆن بە هەڵمژینی وزەی شەپۆلەکانی ئەم تیشکە ترسناکە وەك قەڵغانێك کاردەکات، لە مەترسیەکانی دەمانپارێزێت.

مـــــەخابن، لەئــــەنجامی چالاکیـە پیشەسـازیەکان چەنـد جۆرە گازێك بەرەڵلا دەبن، وەك گازی فریۆن لـە سـەلاجەکان و ئۆکسـیدەکانی نـایترۆجین لـە گـزۆزی فرۆکـەکان، لـە نێـوان ئـەم گازانـەو گـازی ئـۆزۆن کــارلێکی کیمیــایی ئــاڵۆز روودەدات دەبێتــــە هـــــۆی تەنکبوونی ئەم چینە لە هەندێ شوێن، پێیان دەگوترێ کونی ئۆزۆن (*ozone hole*) لەم کونانەوە تیشکە سەروبنەوشەییە ترسناکەکان بە زەوی دەکەون.



وێنە (4-3) خولی ئۆزۆن

3-ئایۆنۆسفیر Ionosphere

قەپێلکێکی گۆییە، دەوری زەوی داوە، لە هەوای بە ئایۆنبوو پێکدێت، لە بڵندی 50km وە (لـە سـەروی چینـی ستراتۆسـفیرەوە) دەسـتپێدەکات بـۆ بڵنـدی زیـاتر لـە 1000km لە رووی زەوییەوە. لە ئەم چینـەدا گـەردەکانی نایترۆجین و ئۆکسـجین بـۆ ئـەتۆم و ئـایۆن و ئـەلیکترۆنی سەربەسـت هەڵوەشـاون، ئـەم هەڵوەشـاندنەش بـە کاریگەری ئەو تیشکە بە ئایۆنکەرانەی کە لە فەزای دەرەوەی دێن وەبەتایبەتی، بە کاریگەری تیشکەکانی سەروبنەوشەیی و ئێکس(X) کە لـە خۆرەوە دێـن روودەدات، پلەی گـەرمی لە ئـەم چینـەدا بە بەرزبوونـەوە زیاددەکات، گەیانـدنی رادیـۆیی بـە دانـەوەی *reflect* شـەپۆلە رادیۆییـەکان لـە ئـەم تەنۆلکـە بارگاویانـەی چینـی ئایۆنۆسفیرەوە جێبەجێدەبێت.

ئایۆنۆسفیر بە ئاشکرا بۆ سێ چینـی دیاریکراو دابەشدەکرێت. ئەستووریەکانی ئـەم چینانــە لــە مــاوەی شــەو و رۆژدا دەگــۆرێن، هــەروەها بــەپێی وەرزەکــان بەرزییەکانیان دەگۆرێن.

چینی D: نزمترین سێ چینەکەی ئایۆنۆسفیرە. دەکەوێتە بڵندی (50km-90km) لە رووی زەویەوە، خەستی ئەلیکترۆنی سەربەستی تێدا کەمە، لەرەلەرە نزمەکانی شەپۆلە رادیۆییەکان دەداتەوە (reflect) (واتە شەپۆلە درێژەکان).

چینی E: دەکەوێتە نزیکەی بڵندی (90km-150km) لە رووی زەویەوە، شەپۆلە رادیۆییە ناوەندییەکان دەداتەوە.

چینی F: بڵندترین چینە لە چینەکانی ئایۆنۆسفیر دەکەوێتە بەرزایی (150km-1000km) لە رووی زەویەوە. بەرۆژ، بۆ دوو چین لەتدەبێت، چینی F_1 نزمترەو چینی F_2. ئەم چینەش خەستی ئەلیکترۆنی سەربەستی تێدا زۆرترینە.

لە شەواندا، بەهۆی نەمانی رووناکی خۆر، یەکگرتنەوەی ئایۆنەکان و ئەلیکترۆنە سەربەستەکان روودەدات، بۆیە خەستی ئەلیکترۆنە سەربەستەکان لە چینی D و چینی E بەشەو کەمدەکات. بەڵام لە بەشە بەرزەکەی چینی F دا، واتە F_2، چڕی تەنۆلکەکان کەمترە بۆیە بەریەککەوتن لە نێوان ئایۆنەکان و ئەلیکترۆنە سەربەستەکان کەمتر روودەدات، خەستی ئەلیکترۆنەکان کەمناکات هەر لەبەر ئەوەشە کە چینی F_2 بۆ گەیاندنی رادیۆیی لەهەموو کاتەکاندا بەکاردێت.

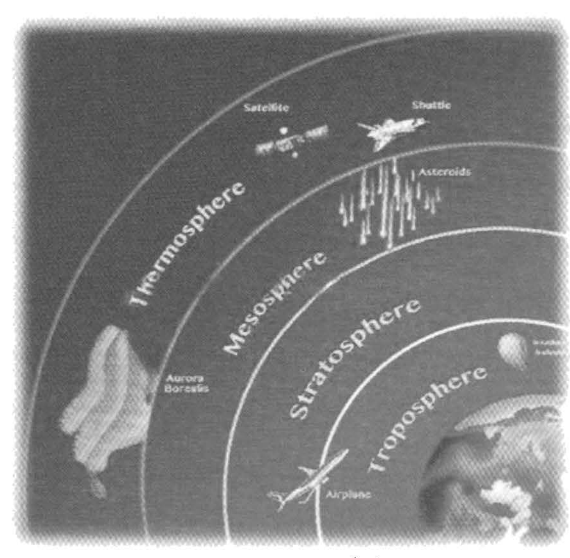
بە ئەو شەپۆلە رادیۆییانەی لە چینی ئایۆنۆسفیر بەرەو زەوی دەدرێنەوە دەگوترێ شەپۆلە ئاسمانیەکان،کەچی شەپۆلە رادیۆییە کورتەکان و تەلەفزیۆنیەکان ئەوانەی درێژی شەپۆلیان لەنێوان8mm و20m دایە، کاتێك بۆ گەیاندنی رادیۆیی و تەلەفزیۆنی بەکاردێن، لە چینی ئایۆنۆسفیر نادرێنەوە، بەڵکو بۆ فەزای دەرەوە بە ناویدا تێپەڕدەبن، بۆیە بۆ گەڕاندنەوەی ئەم شەپۆلە کورتانە، مانگی دەستکرد بەکاردەهێنرێن.

4-ئێکسۆسفیر Exosphere

ئێکسۆسفیر، ناوچەی هەرە دەرەوەی ئەتمۆسفیری زەویە. لە بەرزایی نزیکەی 550kmوە دەستپێدەکات تا بەرزی 700km، تەشەنە بۆ بەرزی 10000km دەکات.

ئێکسۆسفیر بە سەرەکی لە هایدرۆجینی بە ئایۆنبوو پێکهاتووە ئەمەش دەبێتە هۆی روودانی جیوکۆرۆنا (رووناکی خالبوونەوەی کارەباییە) لە لێوارە دەرەکیەکان ئێکسۆسفیر، ئەم دیاردەیەش لە ئەنجامی هەڵمژینی فۆتۆنە وزە هەرە بەرزەکان لەلایەن ئایۆنەکانی ئەم چینەوە روودەدات.

ئەتۆمەکانی هایدرۆجین لەم چینەدا هێندە پەرش و بڵاون بە جۆرێك $1cm^3$ لەوانەیە تەنها یەك ئەتۆمی تێدابێت، لە چینی ئێکسۆسفیردا پەستانی هەواو کێشکردنی زەوی (*gravity*) هێندە کەمن، ئەتۆمەکان لەم چینەدا دەتوانن لە زەوی هەڵێن و دزە بۆ بۆشایی فەزای دەرەوە بکەن. مانگە دەستکردەکان بە ئاسپایی لەم چینەدا بە دەوری زەوی دەسوورێنەوە. (*)



وێنە (4-4) چینەکانی ئەتمۆسفیر



* بازدانەکەی فلیکس:
فلیکس باومگانتر، هاووڵاتیەکی نەمساوی بوو لە *14/10/2012*، بە باڵوونێکی زۆر گەورە تا بڵندی *39km* کە دەگاتە، بەشی سەرەوەی چینی ستراتۆسفیر بەرزبۆوە، بە بەربوونەوەیەکی سەربەست لەم بەرزاییەوە خۆی هەڵدا خوارەوە، بۆ کاتێکی کورت لە ماوەی کەوتنەخوارەوەیدا، گەیشتە خێراییەك زیاتر لە خێرایی دەنگ.

(4-2) پەستانی ئەتمۆسفیر

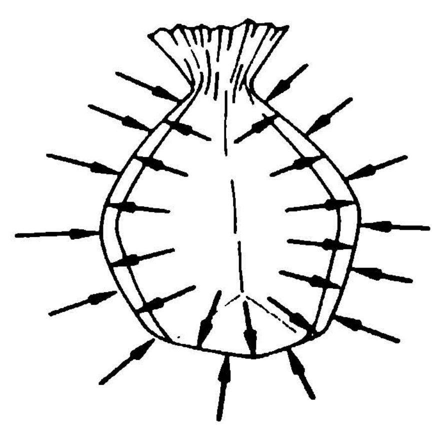
لە بەندی پێشتر، زانیمان کە ئەتمۆسفیر زەریایەکی گەورەیە لەهەوا، بۆ بەرزی چەند سەد کیلۆمەترێك گۆی زەوی داپۆشیوە، کێشی ئەم هەوایەش وا دەکات پەستان بخاتە سەر هەموو ئەو تەنانەی لەناویدا نقوومبوون، دەزانیت، پەستان بری ئەو هێزەیە کە بە ئەستوونی دەسەپێنرێتە سەر یەکەی ڕووبەر. ئەو پەستانەی ئەتمۆسفیر دەیسەپێنێت، لەسەر هەموو شوێنەکانی ڕووی زەوی وەکیەك نیە، لە شوێنێکەوە بۆ یەکی دی و لە ڕۆژێکەوە بۆ ڕۆژێکی دی دەگۆڕێت. پەستانی ئاسایی normal ئەتمۆسفیر لە ئاستی دەریا دەکاتە $1.013\times10^5 N/m^2$ یان $1.013\times10^6 dyn/cm^2$ ئەمەش نزیکەی دەکاتە $10N/cm^2$ وە دەکاتە کێشی $1kg$ لەسەر $1cm^2$. مانای، ئەتمۆسفیری زەوی، هێزێك نزیکەی بەقەدەر کێشی یەك کیلۆگرام دەخاتە سەر هەر یەك سەنتیمەتر دووجا لە ڕووی هەر تەنێك لە ڕۆخی دەریا بێت.

ئێستاکەش پرسیارێك دێتە ڕوو، ئەگەر ئەتمۆسفیر هێزێك $10N$ بخاتە سەر هەر $1cm^2$ لە ڕووێك، ئەدی پەنجەرەیەك $(2m\times3m)$ چۆن بەرگەی ئەو هێزە گشتیە گەورەیەی ئەتمۆسفیر دەیخاتە سەری دەگرێت؟ کە نزیکەی دەکاتە $F=PA=10N/cm^2\times(200\times300)cm^2=6\times10^5N$ ئەمەش نزیکەی دەکاتە کێشی 60 تۆن هەوا.

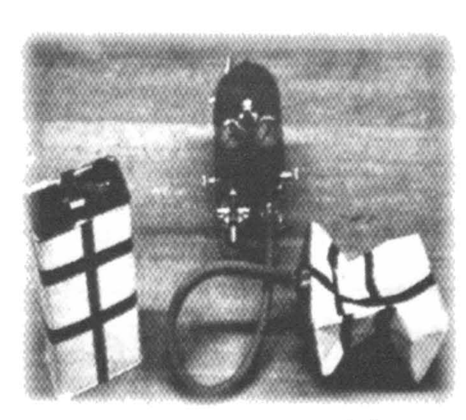
وەڵامی ئەو پرسیارە: لەهەردوو دیوی پەنجەرەکە هەوا هەیە، ئەو هێزە گشتیەی پەستانی هەوا، لە دەرەوە دەیخاتە سەر ڕووی دەرەوەی پەنجەرەکە یەکسانە بە ئەو هێزە گشتیەی هەوای ژوورەوە بە پێچەوانەی ئاراستەی دەیخاتە سەر ڕووی ژوورەوەی هەمان پەنجەرە، بەرئەنجامی ئەو دوو هێزەش دەبێتە سفر و پەنجەرەکەش هاوسەنگ دەبێت و پەستانی ئەتمۆسفیر کاریتێناکات.

لە وێنە (4-5)دا، توورەگەیەکی کاغەزی پڕ لەهەواو زارك داخراوە، ئایا بۆ ئەم توورەگە ناقووپێتەوەو بەرهەڵستی ئەو پەستانە گەورەی ئەتمۆسفیر (نزیکەی $10N/cm^2$ یە) دەکات؟ ئەمە لەبەر ئەوەیە، ئەو هێزەی کە پەستانی هەوای ناوەوە

بــەرەو دەر دەیخاتــە ســەر رووی نــاوەوەی توورەگەکە، یەکسانە بە ئەو هێزەی پەستانی هــەوای دەرەوە (ئەتمۆسـفیر) دەیخاتــە ســەر رووی دەرەوەی توورەگەکـە، هـەوڵی دارمـانی (قووپانـــدنی) دەدات، ئـــەم دوو هێـــزەش هاوسەنگن، بۆیە هیچ پەستانێکی بەرئەنجام کار لە توورەگەکە ناکات و ناپووچێتەوە.


وێنە(4-5) ئەم توورەگە پووچنابێتەوە چونکە پەستانی هەوا لە ناوەوە هاوسەنگە بە پەستانی هەوایەکەی دەرەوە دەبێت.

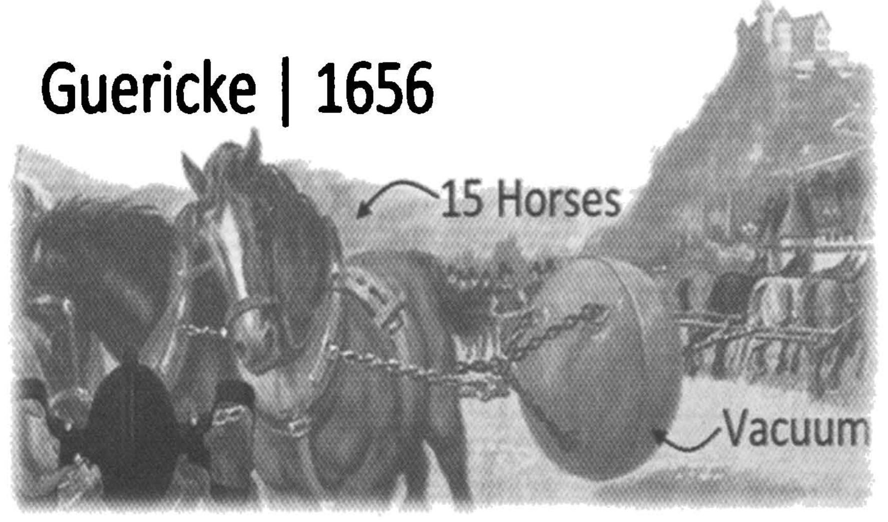
ئەگـەر هـەر ئـەم توورەگەیـە بەرێگایـەك (بەهۆی بالوون)، بەرەو چینـەکانی سـەرەوەی ئەتمۆسفیر بگوازرێتەوە، لەوێدا پەستانی هەوا لە دەرەوەی توورەگەکە لە ئەوەی ناوەوەی کەمتر دەبێت، (لە بۆشاییدا پەستانەکەی دەرەوەی نامێنێت)، لەم حالەتەدا ئەو هێزەی کە پەستانی هەوای ناوەوە، دەیخاتە سەر رووی نـاوەوەی دیـواری توورەگەکـە لـەو هێـزە پێچەوانـەی پەسـتانی هـەوای دەرەوە دەیخاتــە ســەر رووی دەرەوەی توورگەکــە گــەورەتر دەبێـت، بۆیــە ئـەم دوو هێـزە نــە هاوسەنگ دەبن، لەوانەیە پەستانە گەورەترەکەی نـاوەوە کیسـەکە بتـەقێنێت. لـە وێنـە (4-6*a*)دا، هــەوا لــەناو دەببەیــەکی میتــالی (*metalic can*) بە بـەکارهێنانی پــەمپێکی بــادەرکێش (*vacuum pump*) لــە هــەوا بــەتاڵ دەکرێـت، لــە ئەنجامـــدا دەبینـــین یەکســـەر دەببەکـــە دادەرمێـت و دەقووپێتـەوە، هـۆی ئەمـەش دەگەرێتەوە بۆ ئەوەی، کاتێك هـەوای نـاو دەببەکـە کەمـدەکات، ئـەوا ئـەو هێزەی لـە ئەنجامی پەستانی هەوا لەناووەوە بەرەودەر کـە کـار لـە دیوارەکـانی دەببەکـە دەکـات کـەمتر دەبیـت لـە ئـەو هێـزەی پەسـتانی


وێنە (4-6*a*) هەر کە پەمپەکە هەوای ناو دەببە میتالیەکە دەردەبات، دەببەکە دادەرمێت و پووچدەبێتەوە بە هۆی هاوسەنگنەبوونی ئەو هێزەی لە پەستانی ئەتمۆسفیرەوە لە دەرەوە پەیدا دەبێت.

هەوای دەرەوە (ئەتمۆسفیر) دەیخاتە سەر رووی دەرەوەی دەببەکە، لە ئەنجامدا دوو هێزەکە لاسەنگدەبن و دیواری دەببەکە بەرهەڵستی ئەم هێزە بەرئەنجامە گەورە ناکات و دادەڕمیت و دەقووپێتەوە.

دوو نیوە گۆیەکەی مەگدەبورگ:

لە ساڵی *1654*، ئۆتۆڤۆن گێرك(*1605-1686*) لە پێش ئیمپراتۆر ڤێردیناندی سێیەم، لە ریجێنسبیرگ، بە شێوازێکی ئاهەنگی تاقیکردنەوەکەی دوو نیوە گۆیەکەی مەگدەبۆرگی نمایشکرد. دوو نیوە گۆی مس تیرە نزیکەی *50cm* بەیەکەوە دانران تا گۆیەك پێکبهێنن، وێنە (4-6*b*). ئاڵقەیەك لە پیست، لە رۆن و شەمیِ هەڵنێنراو لە نێوانیان دانرا. بۆ مەبەستی جومگەکەیان هەوا نەدات، کاتێك هەوا لە گۆیەکە تەواو دەرکێشرا، دوو تیم هەر یەکیان لە 12 ئەسپ پێکهاتبوو نەیانتوانی دوو نیوەگۆیەکە لە یەکتری جیابکەنەوە، ئەمەش سەرسورمێن نیە چونکە ئەو هێزەی پێویستە بۆ لێکجیاکردنەوەیان نزیکی (*3ton*)ە، بە ئاسانی دەتوانرێت حسێبکرێت (با حسیبکردنی ئەم هێزە، ئەرکی خوێنەربێت).

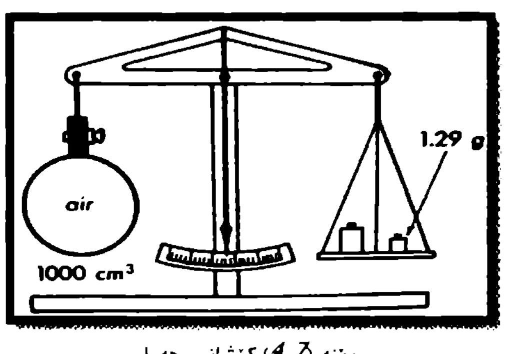


وێنە(*4-6b*) تاقیکردنەوەی دوو گۆیەکەی موگدەبورگ

(4-3) چڕی هەوا The Density of Air

کە دەڵێین هەوا کێشی هەیە، دەتوانین ئەمە بە نمایشکردنی ئەم تاقیکردنەوە سانایە بسەلمێنین.

لە وێنە (4-7)دا، گۆیەکی مسی ناوپۆشی قەبارە یەك لیتر ($1liter=1000cm^3$)، یەکەم جار ئەم گۆیە پڕ لە هەوا دەکێشین، جاری دووەم دوای دەرهێنانی هەوا لەناویدا، گۆیەکە بە تاڵ لە هەوا (vacuum) دەکێشین، دەبینین ئەم گۆیە (دەفریە) بە بڕی (1.29g) لە چاو پێشتر سووکتربووە،



وێنە (4-7) کێشانی هەوا

وە ئەگەر تاقیکردنەوەکە بە ئەم جۆرە ئەنجامبدرێت، یەکەم جار دەفرەکە بەتاڵ لە هەوا بکێشرێت، ئینجا دوای بواردان بەهەوا بچێتەوە ناو دەفرەکە، ئینجا بکێشرێت، دەبینین دەبێ بارستەی (1.29g) بخرێتە سەر تایەی تەرازووەکە تا هاوسەنگی بۆ بگەڕێتەوە. لەم دوو تاقیکردنەوە دەردەکەوێت کە 1.29g ، بارستەی یەك لیتر هەوایە، کەواتە بارستەی $1m^3$ هەوا دەبێتە 1.29kg . ئەمەش چڕی هەوایە.

ئەگەر ئەم تاقیکردنەوە لە بەرزایی 8km دووبارەبکریتەوە، دەبینین بارستەی هەوایەکەی ناو دەفرەکە دەبێتە سێیەکی بارستەکەی لە ئاستی دەریا لە ئەنجامدا چڕیەکەشی، هۆیەکەشی ئەوەیە: ئەو پەستانە کەمەی هەوا لە ئەو شوێنە بەرزەدا تەنها دەتوانێت سێیەکی هەوا بۆ ناو دەفرێکی بادەرکێشراو ئامادەبکات.

لە لایەکیترەوە، ئەگەر هەوا بۆ ناو گۆیەکە بەهۆی پەمپێك بپەستێندرێت، بێگومان بارستەی هەواکە لەناو گۆیەکە لە ئەوانەی پێشتر زیاتر دەبێت وە هەروەها چڕیەکەشی، جا لەبەر ئەوە، کاتێك چڕی هەوا (یا گازێك) دەپێورێت دەبێت بارودۆخی پەستان و پلەی گەرمی لەگەڵدا بگوترێ.

وا باوه چڕی هەوا (یان گاز) لە بارودۆخی ستاندارد (ئاسایی) لە رووی پەستان و پلەی گەرمی بپیورێت. پەستانی ستاندارد پەستانی یەك ئەتمۆسفیره ($1atm$). و پلەی ستاندارد سفر پلەی سیلیزیه(0^oC).

چڕییەکانی چەند گازێك لەبارودۆخی ئاسایی لە خشتەی (1-4) دراون.

DENSITIES OF COMMON GASES

Gas, and chemical symbols		Kg/m³ or g/liter	lb/ft³
Air	N_2, O_2	1.293	0.0800
Ammonia	NH_3	0.771	0.0483
Butane	C_4H_{10}	2.519	0.157
Carbon dioxide	CO_2	1.980	0.124
Carbon monoxide	CO	1.250	0.078
Chlorine	Cl	3.214	0.201
Helium	He	0.180	0.0113
Hydrogen	H_2	0.090	0.0056
Hydrogen bromide	HBr	3.641	0.228
Krypton	Kr	3.708	0.232
Neon	Ne	0.900	0.056
Nitrogen	N_2	1.250	0.078
Nitrous oxide	N_2O	1.978	0.124
Oxygen	O_2	1.430	0.088
Sulfur dioxide	SO_2	2.927	0.183

خشتەی (1-4) چڕی گازە باوەکان

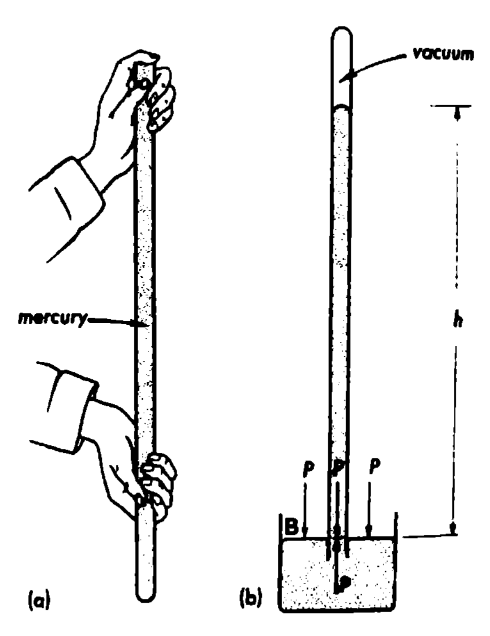
4-4) پێوانی پەستانی ئەتمۆسفێر

Measuring of Atmospheric Pressure

بارۆمەتری جیوەیی *mercury barometer* دەزگایەکە بۆ پێوانی پەستانی ئەتمۆسفێر بەکاردێت، بارۆمەتری جیوەیی لەلایەن فیزیا زانێکی ئیتاڵی ئیڤانگیلستا تۆریشیلی[.] (*Evangelista Torricelli*) (*1608-1647*)داهێنرا، کارەکەی تۆریشیلی بە وێنە(4-8) پیشاندراوە، تیایدا، بۆڕیەکی درێژی شووشەیی یەك لاکراوە، پڕ لە جیوە دەکرێت، وێنە (*4-8a*)، دوای داخستنی کۆتاییە کراوەکەی بە پەنجە، بۆڕیەکە سەرنخوندەکرێت، ئینجا ئەم لایەی بە پەنجە داخراوە، لەناو قاپێك جیوە نقوومدەکرێت، پاشان پەنجەکە لادەبردرێت، وێنە (*4-8b*)، دەبیندرێت ئاستی جیوەی ناو بۆڕیەکە بۆ بەرزی (*h*) دادەبزێت، سەروی جیوەکەش لەناو بۆڕیەکەدا بە بۆشایی *vacuum* جێدەهێڵێت،

* ئیڤانگلیستا تۆریشیلی: (*1608-1647*). *Torricelli, Evangelista*
لە *15/10/1608* لە باکووری ئیتالیا لە دایکبووە، لە زانکۆی رۆما زانستەکانی وەرگرتووە، بابەتی بیرکاری خوێندووە. دوای دەرچوونی، زۆر تاقیکردنەوەی لە بواری زانستی ئەنجامداوە ئەم کارانەی لە کتێبێکدا بڵاوکردۆتەوە، لەلایەن گالیلۆوە پەسندکراوەو کاریتێکردوە وایلێکردوە بانگهێشتی شاری فلۆرەنسای بکات دەربارەی بە جێهێنانە زانستیەکانی گفتوگۆی لەگەڵ بکات، گالیلۆ پێشنیاری ئەوەی لێکرد کە لە سروشتی بۆشایی *vaccum* بکۆڵێتەوە، چونکە لەو زەماندا هێشتا ئەم بابەتە بۆ زاناکانی روونەببۆوە.
کارە هەر گرنگەکەی تۆریشیلی داهێنانی بارۆمەتری جیوەیی بووە. ئەو بۆشاییەی لە سەرووی رووی جیوەی بۆڕیەکە لە تاقیکردنەوەکەی تۆریشیلیدا جێدەمێنێت، بە ناوی ئەو (بۆشایی تۆریشیلی) ناونراوە. بیینی کاتێك ئاو لە جیاتی جیوە بەکاردەهێنرێت، ئاوەکە لەناو بۆڕیەی بارۆمەترەکە تا نزیکی *10m* بەرزدەبێتەوە. بیرکردنەوەی زاناکان لە ئەنجامی تاقیکردنەوەکانی تۆریشیلی کاریگەرێکی گەورەی، هەبوو بۆ پێشخستنی عەقلی مرۆڤ و زۆرتر شارەزابوون لە سروشتی دەوروبەر.
لە *25/6/1647* لە تەمەنی 39 ساڵیدا وەفاتیکردووە، لە توێژینەوەکانی سەر بە گازە پەستان کەمەکان، پەستان بە یەکەی تۆڕ (*torr*) دەپیورێت. وەك قەدەرگرتنێك بۆ ئەم زانا بلیمەتە *1torr =1mm -Hg= 133.3N/m2*

جیوەکەش بۆ بەرزیەك دادەبەزێت تاوەکو ئەو پەستانەی ستوونی جیوەکە دەیخاتە سەر رووی جیوەی ناو قاپەکە(B) یەکساندەبێت بە ئەو پەستانەی ئەتمۆسفیر لە دەرەوەی بۆڕیەکە دەیخاتە سەر هەمان روو (B)، لە ئاستی دەریادا $h=76cm$.



وێنە (4-8) تاقیکردنەوەی تۆریشیلی. دروستکردنی بارۆمەتریکی جیوەیی

ئێستا با ئەم پرسیارە بخەینە روو. بۆچی هەموو جیوەی بۆڕیەکە دانابەزێت و ناچێتە قاپەکە؟ چی پاڵیدەدات لەم بەرزیەدا قیت بوەستێت؟ وەڵامی ئەم پرسیارە: پەستانی ئەتمۆسفیر، پاڵی جیوەی بۆڕیەکە دەدات و لە بەرزاییەك رایدەگرێت، تیایدا پەستانی هەردووکیان ستوونە جیوەکەو ئەتمۆسفیر بۆ سەر ئاستی رووی جیوەی ناو قاپەکە B یەکساندەبن. ئەمەش بەپێی ئەم سیفەتەی شلەی وەستاوە، کە دەڵێت، پەستانی شلەی وەستاو، لەسەر هەموو ئەو خاڵانەی دەکەونە ناو هەمان ئاستی ئاسۆیی لە ناو شلەیەکدا، یەکسانن. بۆ تۆریشیلی دەرکەوت کە پەستانی ئەو بەحرە هەوایەی لەسەرمانە (ئەتمۆسفیر) یەکسانە بە پەستانی ستونێك جیوە بەرزیەکەی $76cm$ بێت، لە ئاستی دەریادا.

پەستانی ستوونی جیوە = پەستانی ئەتمۆسفیر.:.

$$P_{atm} = (\rho g h)_{جیوە} \quad ..... \quad (4\text{-}1)$$

$$P_{atm} = 13600 \times 9.8 \times 0.76 = 1.013 \times 10^5 \; N/m^2 \quad \text{لە ئاستی دەریا}$$

زۆر جار پەستان بە یەکەی (ملیمەتر-جیوە: $mm\text{-}Hg$) دەردەبڕێت، بۆ نموونە، کە دەگوترێ پەستانی گازێك دەکات $200mm\text{-}Hg$ مانای ئەوەیە، کە پەستانی گازەکە بەقەدەر پەستانی ستوونێکی جیوەیە، بەرزیەکەی $200mm$، پەستانی $1mm\text{-}Hg$ یەکسانە بە $133N/m^2$، بەیەکەی $1mm\text{-}Hg$ دەگوترێ تۆڕ

$Torr$. بۆ ڕێزلێنان لە تۆریشیلی. $1torr = 133 N/m^2$ بارِ (Bar) یەکەیەکی تری پێوانی پەستانە $1bar = 1\times10^5 N/m^2$.

لەوانەیە ئەم پرسیارە بە فیکرتدابێت: بۆ هاوکێشەی $P=\rho gh$ ڕاستەوخۆ بۆ پێوانی پەستانی ئەتمۆسفیر بەکارناهێدریت کە تیایدا ڕاستەوخۆ لە جیاتی ρ , h جرِی هەواو بەرزی چینی هەوا لە هاوکێشەکەدا دابندرێن و ئیشمان بە جیوە نەبێت؟

وەڵام: چونکە جرِی هەوا جێگیر نیە، بە بڵندبوونەوە کەمدەکات وە ئەستووری بەرگە هەواش کۆتاییەکی دیاریکراوی نیە.

فەیلەسووف و زانای بیرکاری فەرەنسی پاسکال $Blaise$ $Pascal$ بوو، پیشانیدا، کە کاتێك بارۆمەترێکی جیوەیی بۆ شوێنێکی بڵند دەبردرێت، وەك بۆ لووتکەی چیایەك، ئەوا بەرزی ستوونە جیوەکەی ناو بۆڕیەی بارۆمەترەکە کەمدەکات و ئاستەکەی دادەبەزێت، ئەمەش لەبەر ئەوەیە، لە ئەوێدا بەرگە هەوای زەوی تەنکترە، کەمتر هەوا لەسەر شوێنەکەدا دەمێنێت، لە ئاکامدا پەستانێکی ئەتمۆسفیری کەمتر دەکەوێتە سەر ڕووە سەرەبەستەکەی جیوەی قاپەکە.

نموونە:

لە کەش و هەوای خراپ و باو باراندا ئاستی جیوەی بارۆمەتر نزمدەبێت و لە هی خۆش و ئاسمان سافدا بەرزدەبیت. ئەگەر لە ڕۆژێکی باراناویدا، خوێندنەوەی بارۆمەتر $70cm$ بیت ئایا پەستانی هەوا بە $a)$ $mm\text{-}Hg$ ، $b)$ N/m^2، $c)$ بارِ، $d)$ تۆرِ $e)$ ئەتمۆسفیر چەندە؟

شیکار:

$a)$ $700\ mm\text{-}Hg$

$b)$ $P_{atm} = \rho gh = 13600\times9.8\times0.70 = 93296\ N/m^2$

$c)$ $P_{atm} = \frac{93296}{1\times10^5} = 0.933\ bar$ (بارِ)

$d)$ $1\ torr = 133\ N/m^2$

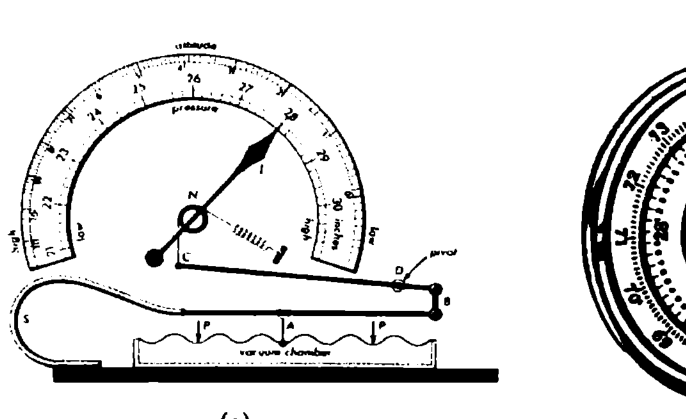
$\therefore P_{atm} = \frac{93296}{133} \cong 701\ torr = 700\ torr$

$e)$ $P_{atm} = \frac{93296}{1.01\times10^5} = 0.923 atm$

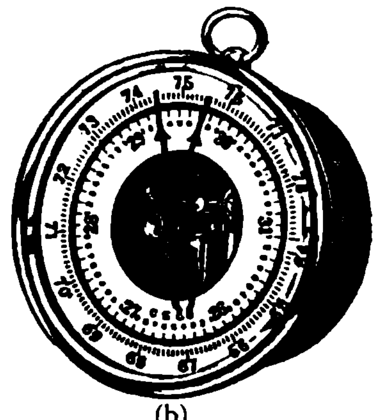
4_5) بارۆمەتری کانزایی (بێشلە) Aneroid Barometter

درێژیە زۆرەکەی بارۆمەتری جیوەیی (90cm) و بە شاولی راگرتنی و زەحمەت گواستنەوەی و ئەگەری شکانی و رژان و بەهەڵمبوونی جیوەکەی ئەمانە لەلایەك و لەلایەکی ترەوە پێویستی بە بارۆمەترێکی بێشلەو بچووك و ئاسان گواستنەوەی، وایانکرد ئارەزووی دروستکردنی بارۆمەتری کانزایی بکرێت.

لە وێنە (9-4)دا، هێلکاری برگەی ئەم دەزگایە پیشاندراوە. لە قووتووێکی بچووکی بەشێك لە هەوا دەرکێشراوی قەباغ نەرم flexible پێکدیت، لە خاڵی A دا، سیستمێکی نوێلانی (levers) پێ قایمکراوە. کۆتایی ئەم سیستمە نوێلە بەوایەرێکی بچووك C بەستراوە، ئەم وایەرەش بە دەوری خلۆکەی N پێچکراوە، نیشاندەرێکیش بە خلۆکەکە چەسپکراوە.



(a)



(b)

وێنە (4_9). a) هێلکاری برگەی بارۆمەترێکی کانزایی. b) وێنەی دەرەوەی.

کە پەستانی ئەتمۆسفیر دەگۆڕێت، بۆ نموونە زیاد دەبێت، قەپاغە نەرمەکەی قووتووەکە نزمدەبێت (نویدەبێت) ئەم جوولە کەمەی قەپاغەکە بەهۆی سیستەمی نوێڵەکان گەورە دەبێت و بۆ نیشاندەرەکە دەگوازرێتەوە، لە ئاکامدا نیشاندەرەکە بەلای راست لادەدات، پەستانە بەرزەکە دەخوێنێتەوە.

لەبەر ئەوەی بە بەرزبوونەوە بۆ شوێنی بڵندتر پەستانی ئەتمۆسفیر کەمدەکات، بۆیە بارۆمەتر بۆ دیارکردنی بڵندنی بەرزاییەکانیش بەکاردێت، ئەمەش بە دانانی

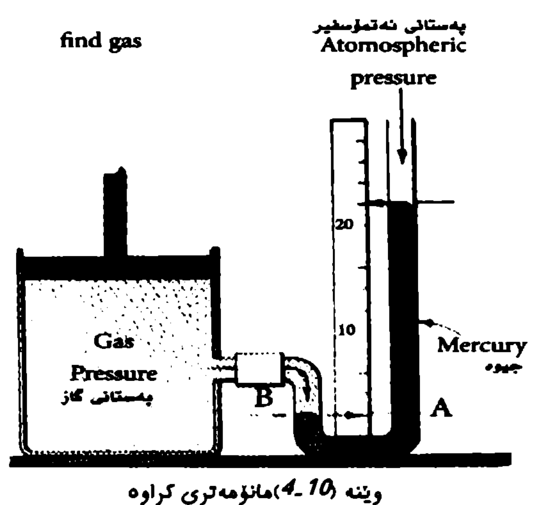
پلەکانی پێوانی بەرزی لەسەر رووی پێشەوەی دەزگاکە دێتە دی، بە ئەم پێوەرەش دەگوتری پێوەری بەرزی (ئەڵتیمیتەر *Altimeter*)، لە دەشبوولی هەموو فرۆکەیەك دادەنرێت، هەندێکیان بچووکن و لە گیرفانان هەڵدەگیرێن، هەندیکیان زۆر هەستیارن، بلّندی *30cm* دەخوێننەوە، نیشاندەرکەی ئەڵتیمیتەر لە رۆخی دەریا ئاماژە بۆ سفر دەکات.

4-6) پەستانپێوەکان (مانۆمەترەکان) *Manometers*

دەزگایەکن بۆ پێوانی پەستانی گازە قەتیسکراوەکان بەکاردێن، ئەمانەش چەند جۆرێکن:

1.پەستانپێوی بۆریەکراو open_tube manometer

لە بۆریەکی شێوە *U* پێکدێت، وێنە (*4-10*). شلەیەك، جیوە یان ئاو، دەکرێتە ناوی، بەکاردێت بۆ پێوانی پەستانی ئەوگازە قەتیسکراوانەی کە پەستانەکانیان کەمێك زیاترە یان کەمێك کەمترە لە پەستانی ئەتمۆسفیر.



وێنە (*4-10*) مانۆمەتری کراوە

لەوێنە (4-10) باسکەکەی لای راستی بۆریەی شێوە *U*، بۆ پەستانی ئەتمۆسفیر کراوەتەوە، وە باسکەکەی تری بە ئەو دەفرەیە گەیەندراوە کە دەویسترێت پەستانی گازە پەنگخواردووەکەی ناوی بپێورێت. لە ئەنجامدا بەهۆی پەستانی گازەکە ئاستی شلەکە لەناو لای چەپی بۆریەکە نزمدەبێت لەلای راستیشی بەرز دەبێت. لەبەر ئەوەی خاڵی *A* و *B* دەکەونە ناو هەمان رووتەختی ئاسۆیی، کەواتە:

پەستان لەسەر ئاستی A = پەستان لەسەر ئاستی B

پەستانی ئەتمۆسفیر +پەستانی ستوونی جیوە= پەستانی گازەکە

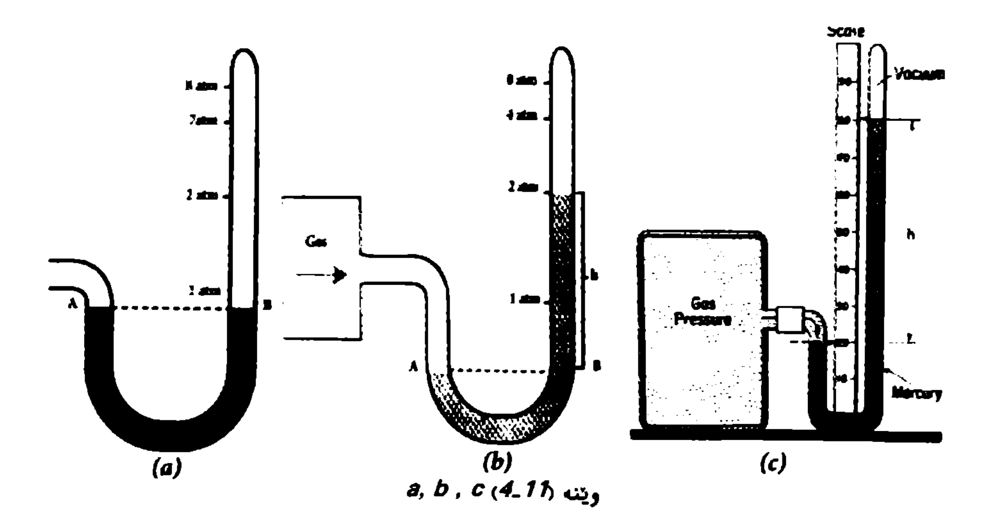
$$P_{گاز} = \rho hg + P_{atm} \quad .... \quad (4\text{-}2)$$

لێرەدا، ρ چڕی شلەکەیە (جیوە)، h بەرزی شلەکەیە لەسەر ڕووی خاڵی Aیەوە، P_{atm} لە بارۆمەترێك وەردەگیریت.

2-پەستانپێوی داخراو: Closed Manometer

بۆ پێوانی پەستانی گازە پەستان بەرزەکان بەکاردیت، لە بۆڕیەکی شیوە U پێکهاتووە، جیوەی تیایدایە، لە سەروی ئاستی جیوەکە لە لا داخراوەکەی بۆڕیەکە هەوا قەتیسکراوە.

پێش بەکارهێنانی ئەم پەستانپیوە، پەستانی ئەم هەوا قەتیسکراوە یەکسانە بە پەستانی ئەتمۆسفیر، بۆیە پێش بەکارهێنانی ئەم پێوەرە. ئاستی جیوە A, B, لە هەردوو لقەکەی پێوەرەکە لەهەمان ئاستی ئاسۆیی دادەبن. وێنە ($4\text{-}11a$) کاتێك لا کورتەکەی پێوەرەکە دەگەیەندرێتە ئەو دەفرەی کە دەویسترێت پەستانی گازەکەی ناوی بپێوریت، ئەوا ئاستی جیوە لەلا درێژەکە بۆ بەرزی h لە چاو ئاستی جیوە لەلا کورتەکە بەرزدەبێتەوە، هەوا قەتیسکراوەکەی ناو بۆڕیەکەش دەپەستێوێت و قەبارەکەی بچووکدەبێت. لە وێنە ($4\text{-}11b$) دا.



وێنە ($4\text{-}11$) a, b , c

پەستان لەسەر ئاستی B = پەستان لەسەر ئاستی A

پەستانی هەوای قەتیسکراو + پەستانی ستوونی جیوەکە(h) = پەستانی گازەکە.

$$P_{\text{گاز}} = \rho g h + P_{\text{هەوای قەتیس}} \quad .... (4\text{-}3)$$

هەوای قەتیس P بە بەکارهێنانی یاسای بۆیل حسیب دەکرێت، یان هەندی لەم پێوەرانە لە بنەڕەتەوە بۆ پێوانی پەستانی گازەکان پلەکراون. وێنە (4-11C)

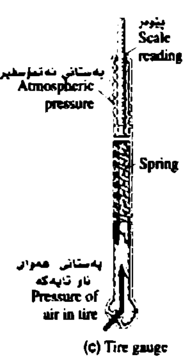
3-پەستانپێوی بۆردۆ: Bourdon manometer

مانۆمەتری بۆردۆ، جۆرێکی تری پێوەری پەستانە، لە مانۆمەترە شلەییەکان گونجاوترە، وێنە (4-12)، لە بۆڕیەکی کانزایی، نەرم *flexible* و پانبۆوەو یەک لا داخراو پێکدێت، بۆ شێوەی بازنەیی یان پێچاو پێچ نوشتراوەتەوە لا داخراوەکەی ئەم بۆڕیە لەرێگای چەند رەورەوەیەکی ددانداار (*gear and pinion*) بە نیشاندەرێك گەیاندراوە، ئەمەش لەسەر پلەکراوێك (*scale*) دەجوولێت، کاتێك لا کراوەکەی بۆڕیەکە دەگەیندرێتە ئەو دەفرەی کە دەویسترێت پەستانی گازەکەی ناوی بپیورێت، گازەکە هێرش دەباتە ناو بۆڕیەکەو پەستان لەناویدا زیاددەبێت، ئەمەش وادەکات بۆڕیەکە کەمێك راستبێتەوە. ئەم جولەکەمەی لە کۆتاییە داخراوەکەی بۆڕیەکە روودەدات بۆ نیشاندەرەکە دەگوازرێتەوە. پەستانی گازەکە نیشاندەدات.



وێنە (4-12) پەستانپیوی بۆردۆ. بۆڕیە پێچاوپێچە کلۆرەکە بە نیشاندەرێك بەستراوە، کاتێك پەستان لە ناو بۆڕیەکە زیاددەبێت، ئەوا کەمێك بەرەو دەر راستدەبێتەوە، وا لە نیشاندەرکە دەکات لابدات

4-ئەم پەستانپێوەی بۆ پێوانی هەوای تایەی ئۆتۆمبیل بەکاردێت لە وێنە (4-13) نمایشکراوە (tire gauge)



وێنە (4-13) پەستانپێوی تایەی ئۆتومبێلان

(4-7)پاڵهێزی هەوا Air Bouyancy

هەوا شلگازە، کەواتە هەواش وەك شلەکان پاڵهێز دەخاتە سەر ئەو تەنانەی لەناویدا نقوومبوون، کێشی تەنی ئاسایی لەناو هەوادا کەمترە لە ئەوەی کە لەناو بۆشاییدا دەکێشرێت.

هەموو تەنێکی لە هەوادا نقوومبوو پاڵهێزێکی، هەوا بەرەو سەر کاریتێدەکات، بەپێی دەستووری ئەرخەمیدس ئەم پاڵهێزە یەکساندەبێت بە کێشی ئەو هێندە هەوایەی لەلایەن تەنەکەوە لادەدرێت، بەڵام لەبەر ئەوەی چڕی هەوا کەمە، کاریگەری پاڵهێزی هەوا لەسەر تەنە ئاساییەکان کەمدەبێت. لەسەر ئەمەشەوە هەندێ تەن هەن سەر هەوا دەکەون، وەك بالوونی بە هێلیۆم پڕکراو. ئەمەش لەبەر ئەوەیە، چڕی هێلیۆم لە چڕی هەوا کەمترە.

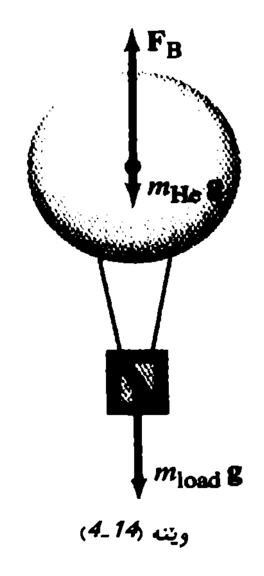
نموونە:

چ قەبارەیەکی V هێلیۆم پێویستە بۆ دروستکردنی بالوونێك، بتوانێ $180kg$ کۆڵ هەڵگری. (کێشی بالوونەکەی بە بەتاڵی لەگەڵدایە). وێنە (4-14)

$\rho_{air} = 1.29\ kg/m^3 \quad \rho_{He} = 0.18\ kg/m^3$

شیکار:

پاڵهێزی هەوا F_B لەسەر بالوونەکە، کە یەکسانە بە کێشی هەوای لادراو، پێویستە بەلایەنی کەمەوە بکاتە کێشی هێلیومی بالوونەکە لەگەڵ کێشی بارەکەی. وێنە (4-14)



وێنە (4_14)

$$F_B = m_{He}\, g + 180g$$

$$\text{کێشی هەوای لادراو} = m_{He}g + 180g$$

$$\rho_{air} g V = \rho_{He} g V + 180g$$

$$V = \frac{180}{(\rho_{air} - \rho_{He})}$$

$$V = \frac{180}{(1.29 - 0.18)} = 160\ m^3$$

ئەوە قەبارەی بالوونەکەیە لە نزیك رووی زەوی، بۆ گەیشتن بە بڵندیەکی بەرز، دەبێ قەبارەی بالوونەکە گەورەتربێت، چونکە چڕی هەوا بە بەرزبوونەوە کەمدەکات.

4_8) سیفەتی گازەکان Properties of gases

لە سیفەتە گشتیەکانی ماددەکانەوە، وا دیاردەکەوێت کە ماددە لە ژمارەیەکی زۆر لە تەنۆڵکەی بچووکی سەربەخۆ پێکهاتووە، ئەم تەنۆلکانە لە یەکتری کراوەن و هەموو دەم لە جوولەدان، کاتێك دووری نێوانیان کەمە، هێزی یەکتر راکێشان (*attractive*) لەنێوانیاندا دیاردەکەوێت لە ئەنجامدا یەکتری دەگرن، کەچی کە دووری نێوانیان هێشتا کەمتر دەبێت، لەم حالەتەدا لە یەکتری دەڕەونەوە (*repel*).
کە گەرمی دەدرێتە ماددەیەك، تەنۆلکە بە تەنیاکانی ئەم ماددەیە لە جوولەکانیان چالاکتر دەبن و ماوەی نێوانیان زۆرتر دەبێت لەئەنجامدا ماددەکە دەکشێت و قەبارەکەی زیاتر دەبێت، سارکردنەوەی ماددەش کاریگەری پێچەوانەی هەیە، تەنۆلکەکان لە جوولەکردنیان هێواشتر دەبن و ماددەکەش دەچێتەوە یەك.

لە دۆخی گازیدا، گەردەکان لە یەکتری دوورن، تێکرایی دووری نێوانیان، نزیکەی دە هەندی تیرەی گەردێك دەبێت، بەڵگەی ئەمەش ئەوەیە: کاتێك گازێکی پەنگخواردوو دەپەستێندریت، قەبارەکەی بچووکدەبێتەوە، چونکە ماوەی نێوان گەردەکانی کەمدەکرێتەوە، کەواتە گازەکان شیاوەتی پەستاوتنیان هەیە، کە دووری نێوان گەردەکانی گازێك دەگاتە رادەیەك کەمتر لە دووری ئاسایی نێوانیان، ئەوا

هێزی ڕەوێنەوە لە نێوان گەردەکانی گازەکە دیاردەکەوێت و بەرهەڵستی پەستاندنەکە دەکات. ماددە ڕەقەکان و شلەکان سیفەتی پەستێندراوی (شیاوی بۆ پەستێوران) روون و ئاشکرایان نیە مانای بە پەستانێکی زۆر گەورە نەبێت قەبارەکانیان کەم ناکات.

گەردەکانی ماددە لە دۆخی گازیدا، بەخێرایی زۆر گەورە، نزیکەی بە خێرایی دەنگ، لە جوولەی بەردەوامن، لە شوێنێکەوە بۆ شوێنێکی دی دەگوازنەوە، بەڵگەی ئەمەش ئەوەیە: ئەگەر کەمێك لە گازێکی بۆندار لە قوڕنەی هۆدەیەك بەرەڵڵا بکرێت (سەری شوشەی عەترێك بکەیتەوە) ئەوا لە هەموو لایەکانی هۆدەکە بۆنی گازەکە دەکرێت. ئەمەش ئەوە دەگەیەنێت کە گەردەکانی گازە بۆندارەکە لە نێوان گەردەکانی هەوای هۆدەکە جوولاون و بۆ ماوەی دوور بڵاوبوونەتەوە (*diffusion*).

ئەو جوولە وزە زۆرەی گەردەکانی گاز، دەبێتە هۆی زاڵبوونیان بەسەر ئەو هێزانەی بە یەکتریانەوە دەبەستێت، بۆیە هەر چەندە بڕی ئەو گازەی لەناو دەفرەیەکدا کەمبێت، ئەوا گەردەکانی ئەم گازە بەهەموو لایەکداو بە یەکسانی لە ناو دەفرەکە بڵاودەبنەوە تا هەموو بۆشایی دەفرەکە داگیردەکەن.

گەردەکانی گاز لەبەر زۆری خێراییان هەردەم بەیەکتری دەکەون بە تێکرایی 5×10^6 بەریەککەوتن/ چرکە. ئەم بەرکوتنانەش، بەرکەوتنی جیڕن، مانای جوولە وزەو تەوژمی گەردەکان لە ئەنجامی بەریەککەوتن وون نابن، لەوانەیە خێرایی گەردێکیان کەمبێت هی ئەویدیان زۆر بیت. بەڵام کۆی گشتی جوولە ووزەی هەموو گەردەکانی بڕێکی دیاریکراو لەگازێك لە پلەیەکی گەرمی دیاریکراودا وەك خۆی دەمێنێت و ناگۆڕێت.

لە راستیدا، پەستانی گازی قەتیسماو لە ئەنجامی بەرکەوتنی گەردەکانی گازەکە بە دیواری ئەو دەفرەی گازەکەی تێدایە پەیدا دەبێت. لەو ساتەی گەردێك بە خێراییەکی دیاریکراو بە دیواری دەفرێك دەکەوێت، بە هێزێك کار لە دیواری دەفرەکە دەکات، دیواری دەفرەکەش بەهەمان هیزو بە ئاڕاستەی پێچەوانە کار لە گەردەکە دەکاتەوە، لە ئەنجامدا گەردەکە بە هەمان خێرایی هەڵدەگەڕێتەوە، بڕی ئەم

هێزەش دەکاتە تێکرای کاتی گۆڕان لە تەوژمی گەردەکە. لەبەر زۆری ژمارەی گەردەکان و زۆری خێراییان، لە کاتێکی زۆر کورتدا ژمارەیەکی زۆری بەرکەوتن روودەدات. بۆیە وێکڕا گەردەکانی گازەکە بەهێزێکی هەستپێکراو کار لە دیواری دەفرەکە دەکەن و پەستانی دەخەنە سەر، پەستانی گاز دەوەستیتە سەر تێکرای کاتی ژمارەی بەریەککەوتنەکان. ئەمەش دەوەستێتە سەر ژمارەو خێرایی گەردەکان، چەند ژمارەو خێرایی گەردەکان زۆرتربێت، تێکرای کاتی ژمارەی بەریککەوتنەکان زۆرتر دەبێت و لەئەنجامدا پەستانی گازە حەبسکراوەکە زۆرتر دەبێت. دەبینین بە فووکردنی هەوا بۆ ناو تایەی ئۆتۆمبیل ژمارەی گەردەکان زیاد دەبێت و لەئەنجامدا پەستانەکەی، وە هەروەها بە گەرمکردنی هەوای قەتیسماو خێرایی گەردەکان زیاددەبێت لە ئەنجامداش پەستانەکەی.

لەبەر زۆری دووری نێوان گەردەکان، لێکخشاندنی ناوەکی لە گازەکاندا کەمە. (لینجی گازەکان کەمە).

(4-9) گازی نموونەیی *The Ideal Gas*

گازێکی گریمانکراوە، بۆ ئەوە دانراوە کە بەتەواوەتی پەیڕەوی یاساکانی گاز لەهەموو بارودۆخێك لە رووی پلەی گەرمی پەستاندا بکات، وەها دانراوە کە گەردەکانی ئەم گازە نموونەییە. یەکجار بچووکن و قەبارە فەراموشکراون بەهیچ هێزێك کار لە یەکتری ناکەن و لێکخشاندن لەنێوانیاندا نیە. ئەو بەریەککەوتنانەی لە نێوان گەردێك و گەردێکی دی یان لەنێوان گەردەکان و دیواری ئەو دەفرەی تیایدایە روودەدەن. بەرکەوتنی تەواو جیرن.

لە راستیدا ئەم جۆرە گازە گریمانکراوە لە سروشتدا نیە. بەڵام سیفەتەکانی گازە راستەقینەکان ئەوانەی لە سروشتدا هەن لە بارودۆخی ئاساییدا، زۆر لە سیفەتەکانی گازی نموونەیی نزیکن، چونکە ئەم گازانەش گەردەکانیان زۆر بچووکن، وە کاتێك پلەی گەرمیان بەرزە (دوورن لە پلەی شلەبوونیان) و پەستان لەسەریان کەمە لە یەکتری دوورن. گازە راستەقینەکان بە ئەوە لە گازی نموونەیی جیادەکرێنەوە، کە وەك گازی نموونەیی نین لەهەموو بارودۆخێکدا پەیڕەوی یاساکانی گازەکان بکەن.

(4-10) یاسای بۆیل Boyle's Law

لە لوولە بەگاز پڕکراوەکەی وێنە (4-15)، بفکرە، کۆتایی سەرەوەی بە پەستینەرێکی (پیستن piston) گونجاو بۆ گاز قەتیسکردن داخراوە، قەبارەی گازە قەتیسکراوەکە بەندە بە بڕی ئەو پەستانەی پیستنەکە دەیسەپێنێت، کاتێك بەرەو خوار پاڵ بە پیستنەکە دەدرێت، پەستانێکی زۆرتر دەخاتە سەر گازەکەو بۆ قەبارەیەکی بچووکتر دەیکوشێت. گازەکەش لەلای خۆیەوەو بە سەپاندنی پەستانێکی پێچەوانە بۆ سەر پیستنەکە، بەرهەڵستی ئەم پەستاندنە دەکات. کرداری پەستاندن کاتێك دەوەستێت کە پەستانە پێچەوانەی گازەکە بە پەستانی سەپێنراوی سەر گازەکە یەکساندەبێت.

وێنە (4-15)
یاسای بۆیل: لە پلەیەکی گەرمی جێگیردا، قەبارەی گازێك بە پێچەوانە لەگەڵ پەستانەکەی دەگۆڕێت.

زانای ئینگلیزی (رۆبێرت بۆیل 1627-1691)[•] لە ساڵی 1662، ئاشکرای کرد کە (قەبارەی گازێکی پارێزراو لە پلەیەکی گەرمی



• رۆبێرت بۆیل Boyle , Robert
کیمیاو فیزیازانی ئینگلیزی، لە 25/1/1627 لە ئایرلاندا لە خێزانێکی دەوڵەمەند، بە ڕیزبەندی چواردەمین منداڵ لەدایکبووە. لە تەمەنی 2 ساڵیدا دایکی مردووە، لە منداڵیدا بۆ خێزانێکی ئینگلیزی هەژار تا لەگەڵیان بژیت ناردراوە، باوکی لای پەسەندبووە منداڵەکانی لە سەرەتای ژیانیاندا بەم جۆرە کات بەسەربەن. لە مەنی 8 ساڵێدا بۆ قوتابخانەی (ئیتۆن کۆلیج)ی تایبەتی لە ئینگلتەرە ناردراوە، لە 14 , 12 ساڵیدا بە هاوڕێیی برا گەورەکەی گەشتی بۆ شارەکانی ئاورووپاو ئیتاڵیاو کردووە، بە پەیڕەوکردنی رێگا زانستیەکانی گالیلۆ سەرسامبووە.

جێگیردا، بە پێچەوانە لەگەڵ ئەو پەستانەی دەخرێتە سەری دەگۆڕێت)، ئەمەش ماناکەی ئەوەیە: کاتێك ئەو پەستانەی پیستنەکە دەیخاتە سەر گازە قەتیسماوەکە، دەبێت بە دوو هەند، ئەوا قەبارەی گازەکە بۆ نیو هەندی قەبارەی پێشووی بچووکدەبێتەوە، وە سێ هەندکردنی پەستانەکە، قەبارەی گازەکە بۆ سێیەکی قەبارەی پێشووی دەکوشێت، وە ئەگەر پەستانی سەپێنراو بۆ سێیەکی پەستانی پێشوو کەمبکرێتەوە، ئەوا ڕێگا بە گازەکە دەدات، پەستینەرەکە بەرەو سەر پاڵبدات تا بۆ سێ هەندی قەبارەی پێشوو دەکشێت، ئەم جۆرە پەیوەندییە بە یاسای بۆیل ناسراوە.

لە پلەیەکی گەرمی جێگیردا $\frac{V_1}{V_2} = \frac{P_2}{P_1}$ ..... (4-4)

لێرەدا، V_1, P_1 قەبارەو پەستانی سەرەتایی گازەکەن و V_2, P_2 قەبارەو پەستانە کۆتاییەکەیەتی. تاقیکردنەوەکان ئەوەیان سەلماندووە کە هەموو گازەکان پەیرەوی (ملکەچی) یاسای بۆیل دەکەن، ئەگەر زۆر نەپەستێندرابن و لە پلەی گەرمی زۆر نزمدانەبن.

لە هاوکێشەی (4-4)وە

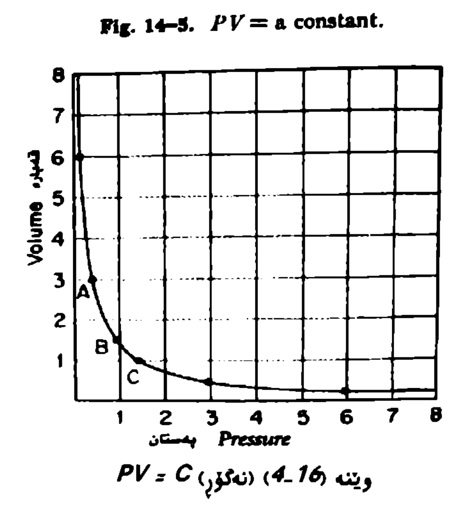
$P_1V_1 = P_2V_2 = C$ ..... (4-5) $C =$ بڕێکی نەگۆڕ

لە زەمانی بۆیل خەڵکی لە مەترسیەکی گەورەی ژنە چادووکەرەکان (بوونیان نیە) و جادووکەر دۆزەرەوەکان (لە ڕاستیدا هەن) دەژیان، لە نێوان ساڵی 1644 و 1647 زیاتر 300 ژن لە ڕۆژهەڵاتی ئینگلستان بە تۆمەتی وا دانانیان بە جادووکەر، پاش ئەوەی لەلایەن چادووکەر دۆزەرەوەیەکی بەدناو دەستنیشاندەکران کوژران.

لە 27 ساڵیدا بۆ زانکۆی ئۆکسفۆرد ڕۆیشت، لەوێدا لەگەڵ ڕۆبێرت هۆك کە پەمپێکی خالیکردنەوەی هەوای بۆ دروستکردبوو، تاقیکردنەوەیەکی زۆریان لەسەر هەوا و گازەکان بەجێهینا، بەرهەمەکانیان ئیکتیشافێکی گەورەبوو ئێستا بە یاسای بۆیل ناونراو، هەروەها بۆیل بە تاقیکردنەوەکانی سەلماندی کە دەنگ بەناو بۆشاییدا ناڕوات، کەچی بواری موکناتیسیی و ڕووناکی دەڕۆن.

لە 31/12/1691 لە تەمەنی 64 ساڵیدا کۆچیدواییکرد، لە گۆڕستانی کلێسەی وێستمنستەر شاردرایەوە، لە ساڵی 1721 بە هۆی نۆژەنکردنەوەی کلێسەکە شوێنەوارەکەی بزربوو.

کەواتە هەر گۆڕانێك لە قەبارەو پەستانی بڕێکی دیاریکراوی گازێك لە پلەی گەرمی جێگیردا ڕوویدات، ئەوا هەموو جار ئەنجامی لێکدانی پەستانەکەی و قەبارەکەی نەگۆڕ دەمێنێتەوە، ئەم پەیوەندییەش بە گرافی وێنە (4-16) نمایشکراوە. کە تیایدا قەبارەکانی گازەکە بەرامبەر پەستانەکانی دانراون و پلەی گەرمیش نەگۆڕە. بەم جۆرە چەماوە دەگوترێ برگەی ناتەواو Hyperbola.



وێنە (4_16) (نەگۆڕ) $PV = C$

تەماشای چەماوەکە بکە.

لە خاڵی (A)دا: یەکە $PV = \frac{1}{2} \times 3 = 1.5$ ∴ یەکە $V = 3$, یەکە $P = \frac{1}{2}$

لە خاڵی (B) دا. یەکە $PV = 1 \times 1.5 = 1.5$ ∴ , یەکە $V = 1.5$, یەکە $P = 1$

لە خاڵی (C) دا. یەکە $PV = 1 \times 1.5 = 1.5$ ∴ ,یەکە $V = 1$,یەکە $P = 1.5$

دەبینیت لەهەرگاوێك ئەنجامی لێکدانی PV بڕێکی نەگۆڕە = 1.5 یەکە

(4_11) یاسای شارڵ Charles Law

ئەم یاسایە لەلایەن چاکۆب شارلس (1746-1823) وە بە جودا لەلایەن جۆزێف گای لۆساك (1778-1850) دۆزرایەوە. ئەم یاسایە ئەم زانستە دەردەبڕێت کە هەموو گازێکی قەتیسماو لەژێر پەستانێکی نەگۆڕدا، بەهەمان ڕێژەی گۆڕانی پلەی گەرمی، قەبارەکەی دەکشێت یا دەچێتەوەیەك.

بۆ هەر جۆرە گازێك، لەژێر پەستانێکی جێگیردا بیت، قەبارەکەی بە بڕی (1/273)ی قەبارەکەی لە $0^{o}C$ دا دەگۆڕێت بۆ هەر یەك پلە گۆڕانی پلەی گەرمی.

خشـــتەی (4-2)قـــەبارەکانی گازێـــك لـــەژێر پەســـتانی جێگیـــردا بەرامبـــەر گۆڕانـەکانی پلـەی گـەرمی (سـلیزی – و کـەلفن) پیشـاندەدات، بـۆ ئاسـانکاری گازێکمان هەڵبژاردوە، قەبارەکەی $273cm^3$ بێت لە 0^oC دا.

پلەی گەرمی TEMPERATURE (℃)	پلەی گەرمی TEMPERATURE (°K)	قەبارە VOLUME (cc)
-100	137	173
-50	223	223
-0	273	273
50	323	323
100	373	373

خشتەی (4-2)

هێلـە راسـتەکەی گرافـی وێنـە (4-17)، یاسـای شـارل دەردەبڕێـت. کـە دەڵـێ: کاتێـك هەر گازێك لـەژێر پەسـتانێکی نـــــەگۆڕدا دەپارێزرێـــــت، قەبارەکـەی بەراستەوانە لەگـەڵ پلـــەی گـــــەرمی کـــــالڤن دەگۆڕێت.

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad ..... \quad (4\text{-}5)$$ (بۆ پەستانی نەگۆڕ)

لێرەدا V_1, V_2 قەبارەی سـەرەتایی و کۆتـایین، T_1, T_2 پلـەی گـەرمی کـالڤنی سەرەتایی و کۆتایی بەرامبەریانە.

تەماشا بکە. گرافەکەی وێنـە (4-17) بۆ لای چەپ درێژکراوەتـەوە، بـە هێلـە خاڵاویەکـە پیشـاندراوە، تـەوەری پلـەی گـەرمی لـە -273^oC دەبڕێت، کە لەم پلەیەدا قەبارەی گازەکە بۆ سفر پاشەکشێدەکات، ئەمەش نیاشانەیەکە، پیشنیاری ئـــەوە دەکـــات کـــە -273^oC لەوانەیە کەمترین پلەی گەرمی بێت لە سروشتدا.

وێنە (4-17) یاسای شارل، لە پەستانێکی نەگۆڕدا، قەبارەی گازێك لەگەڵ پلەی گەرمی کالڤن هاوڕێژە دەبن.

(4-12) یاسای گای لۆساك Gay_ Lussacs Law

کە قەبارەی گازێکی قەتیسماو بە نەگۆری دەپارێزرێت، پەستانی گازەکە بە راستەوانە لەگەڵ پلە گەرمیەکەی بە کالفن هاورێژە دەبن، وێنە (4-18) کەواتە لە ژێر قەبارەیەکی نەگۆردا:

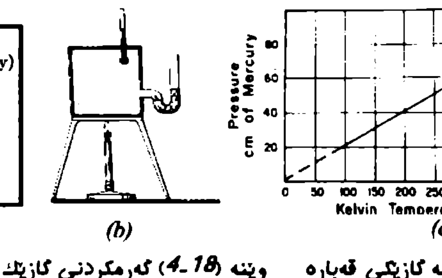
$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad ..... \quad (4\text{-}6)$$

لێرەدا P_1, P_2 پەستانی سەرەتایی و کۆتایی گازەکەن وە T_1, T_2 پلەی گەرمی کالفنی سەرەتایی و کۆتایی بەرامبەریانە.

خشتەی (4-3)، لیستی ئەو پەستانانەی گازێکی نموونەیی دەبینێت کاتێك لەژێر قەبارەیەکی جێگیردا بۆ مەودایەکی دیاریکراوی پلەی گەرمی گەرمدەکرێت، پیشاندەدات.

(پلەی گەرمی) TEMPERATURE (° Kelvin)	(پەستان) PRESSURE (cm of mercury)
100	20
150	30
200	40
250	50
300	60
350	70

(a)



(b)　　(c)

خشتەی (4-3): رێژەی گۆڕان لە پلەی گەرمی کالفن هەمان رێژەی گۆڕانی پەستانە. قەبارە جێگیرە.

وێنە (4-18) گەرمکردنی گازێك لەژێر قەبارەی جێگیردا. هەردووکیان، پەستان و پلە گەرمیەکەی زیاددەکات.

وێنە (4-19) لە گازێکی قەبارە نەگۆڕ، پەستان لەگەڵ پلەی گەرمی کالفن هاورێژە دەبن.

ژمارەکانی خشتەی (4-3) لە گرافیکی هێڵی راست لە وێنە (19-2) دانراون. تێبینیبکە، درێژکراوەی گرافەکە بە خاڵی بنەرەتدا دەڕوات، ئەمەش پێشبینی ئەوە دەکات کە لە سفری کالفندا $0^o k$، پەستانی گازەکەش سفرە•.

• لەناو هەموو ماددەیەك وزەی ناوەکی هەیە، بە پێدانی گەرمی بە ماددەکە، وزە ناوەکیەکەی زیاددەکات و پلە گەرمیەکەی بەرز دەبێت، بە وەرگرتنی گەرمی لە ماددەکە وزەی ناوەکی کەمدەکات و پلە گەرمیەکەی نزمدەبێت. ئەگەر تەنێك هەموو وزە ناوەکیەکەی بە شێوەی گەرمی ونبکات ئەوا پلەی گەرمی تەنەکە بۆ نزمترین پلە کە دەتوانی پێی بگات دادەبەزێ. پلەی گەرمیش لەم پلەیە کەمتر نزم نابێت. بە ئەم نزمترین پلە گەرمیە لە سروشتدا دەگوترێ

پێوەری کالڤن، بۆ پێوانی پلەی گەرمی، لۆرد کالڤن دایهێناوە، لەم پێوەردا - 273^oc بەرامبەر دەبیت بە سفری کالڤن (سفری پەتی) هەر پلەیەکی سیلیزی بەرامبەرە بە یەك پلەی کالڤن $1k=1c$ کەواتە:

273 + پلەی گەرمی سیلیزی = پلەی گەرمی کالڤن

$$T=C+273 \ldots\ldots$$

(4-13) یاسای گشتی گازەکان General Gas Law

یاسای گشتی گازەکان، گۆڕانەکانی نێوان پەستان و قەبارەو پلەی گەرمی کالڤن بە یەکتری پەیوەندەدەکات، لە کۆکردنەوەی یاسای بۆیل و یاسای شارل دەستدەکەوێت. دابنێ پەستان و قەبارەو پلەی گەرمی کالڤنی سەرەتایی گازیك $P_1,\ V_1,\ T_1$ بێت، کاتێك تووشی گۆڕانێك دەبێت، پەستان و قەبارەو پلەی گەرمی کالڤنی کۆتایی دەبێتە $P_2,\ V_2,\ T_2$، یاسی گشتی گازەکان، ئەم هاوکێشەی خوارەوە دەریدەبڕیت.

$$\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_1}{T_2} \ldots\ldots \quad (4\text{-}7)$$

یاسای گشتی گاز دەڵێت، هەر گۆڕانێك لە گازێکی بارستە دیاریکراو رووبدات، ئەوا ئەنجامی لێکدانی پەستان و قەبارە دابەش پلەی گەرمی کالڤن بە نەگۆڕی دەمێنێتەوە.

کەواتە:

$$\frac{PV}{T}=c \ldots\ldots (4\text{-}8) \qquad c = \text{بڕی نەگۆڕ}$$

تاقیکردنەوەکان، ئەوەیان دەرخستووە کە بەهای c بۆ هەموو جۆرە گازە جیاوازەکان وەکیەك نیەو دەوەستێتە سەر جۆری گازەکەو بارستەکەی.

سفر -پەتی Obsolute zero (بەرامبەرەبە -273^oc) ئەمەش نزمترین پلەی گەرمیە لە گەردوون، لەم پلەیەدا چالاکییەکانی گەردەکان تا ڕادەیەکی زۆر دەوستێت، تیایدا پەستانی گازی نموونەی نامێنێت.

ئەم تاقیکردنەوانە، ئەوەیان دەرخستووە کە کاتێك C بۆ گازە جیاجیاکان دەپیورێت، ئەوا دەتوانرێت بە ئەم شێوەیەش دەربڕێت.

$$\frac{PV}{T} = \frac{m}{M}R..$$

$$\frac{PV}{T}=nR\ ,\quad PV=nRT\ ......\ (4\text{-}9)$$

لێرەدا m بارستەی گازەکەیە بە گرام M, g بارستە گەردی (مۆڵی) گازەکەیە بە n , g/mol ژمارەی مۆلەکانی گازەکەیە. کەواتە

$$n(mol)=\frac{\text{بارستەی گاز}(grams)}{\text{بارستە گەردی گازەکە}(g/mole)} = \frac{m}{M}$$

R نەگۆری هاوڕێژەیە، پێی دەگوترێ نەگۆڕی گشتی گازەکان Universal gas constant. بە تاقیکردنەوەی کرداری بڕەکەی دۆزراوەتەوە دەکاتە $R=8.317\ J/mol.k$. یان $R=8317J/kmol.k$

لە هاوکێشەی (4-9). P بە N/m^2 و V بە m^3 و n بە ژمارەی مۆڵەو T بە پلەی گەرمی کالڤنەو $R=8.317\ J/mol.k$ دەپێورێن. (بارستە گەردی ماددەکان لە خشتەیەك لە دواوەی) ئەم کتێبە نمایشکراوە.

<u>**پێناسە:** بارستە مۆل (1mole) ئەو ژمارە گرامانەیە لە ماددەیەك، کە ژمارەییانە بە بارستە گەردی ماددەکە یەکسانە.</u>

بۆ نموونە: بارستەی گەردی گازی هایدرۆجین H_2 دەکاتە $2u$ چونکە هەر گەردێکی هایدرۆجین دوو ئەتۆمی تێدایە. بارستە ئەتۆمی هەر ئەتۆمێك دەکاتە $1u$، بۆیە یەك مۆل لە هایدرۆجین بارستەکەی ($2g$)ە. بەهەمان شێوە یەك مۆل لە CO_2 بارستەکەی دەکاتە $12+2\times16=44g$. واتە بارستەمۆلی (بارستەگەردی) هایدرۆجین دەکاتە $2g$ و هی CO_2 دەکات $44g$.

لە هاوکێشەی (4-9)وە. $\frac{PV}{mT} = \frac{R}{M}$

بەڵام بۆ گازێکی دیاریکراو R/M بڕێکی نەگۆڕە.

$$\therefore \frac{P_1V_1}{m_1T_1} = \frac{P_2V_2}{m_2T_2}\ ......(4\text{-}10)$$

لەبەر ئەوەی $\rho = \frac{m}{V}$

$$\therefore \frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2} \quad .....(4\text{-}11)$$

نموونە:

قەبارەی $200cm^3$ لە نایترۆجین لە 20^oC یەوە. و لەژێر پەستانێکی نەگۆڕدا بۆ 313^oc گەرمکرا. ئایا قەبارە نوێیەکەی چەندە؟

شیکار:

$$T_1 = C_1 + 273 = 20 + 273 = 293^o k$$

$$T_2 = C_2 + 273 = 313 + 273 = 586k$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{200}{293} = \frac{V_2}{586} \Rightarrow V_2 = 400 \quad cm^3$$

نموونە:

قەبارەی $100m^3$ هایدرۆجین، لە پلەیەکی گەرمی نەگۆڕدا پەستێندرا، هەتا پەستانەکەی لە $80cm\text{-}Hg$ بوو بە $120\ cm\text{-}Hg$ ئایا قەبارە کۆتاییەکەی دەبێتە چەند.

شیکار:

$$V_1 P_1 = V_2 P_2 \Rightarrow 100 \times 80 = V_2 \times 120 \Rightarrow V_2 = 66.66m^3$$

نموونە:

بارستەیەکی دیاریکراو لە هەوا، قەبارەکەی $1000cm^3$ لە 27^oc لە ژێر پەستانی $80cm\text{-}Hg$، پەستێندرا تا قەبارەکەی بوو بە $500cm^3$ پەستانەکەشی $200cm\text{-}Hg$. ئایا پلە گەرمیەکە بە پێوەری سیلیزی دوای پەستاندنی دەبێتە چەند.

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1000 \times 80}{273+27} = \frac{500 \times 200}{T_2} \Rightarrow T_2 = 375^o k$$

$$T = c + 273 \Rightarrow 375 = c + 273 \Rightarrow c = 102^o c$$

نموونە:

پەستانی ئەتمۆسفیرو پلەی گەرمی پێوەری (ستاندارد)(STP) بریتین لە $1.01 \times 10^5\ N/m^2$ و 0^oc. ئەو قەبارەی کە $1koml$ لە نایترۆجین لە بارودۆخی

ستاندارد داگیریدەکات چەندە؟ ئەگەر زانیت بارستە مۆلی (بارستە گەردی) N_2 دەکاتە 28g/mol.

شیکار:

$$PV=nRT$$

$$P=1.01\times10^5\ N/m^2\ ,n=\frac{28g}{28g/mol}=1mol$$

$$T=0+273=273k$$

$$1.01\times10^5\times V=1\times8.31\times273$$

(قەبارەی یەك مۆل) $V=0.02246\ m^3=22.46\ litre/mol$

N_2 قەبارەی یەك كیلۆ مۆل $=0.02246\times1000=22.46m^3/kmol$

نموونە:

لوولەیەکی گازی ئۆکسجین لە 0^oc دا، قەبارەکەی 4litre لیترەو پەستانەکەی (50atm)ە. بارستەی ئەم برە ئۆکسجینەی ناو لوولەکە چەندە.

وەلام:

$$PV=nrt$$

$$50\times1.01\times10^5\times0.004=n\times8.31\times273$$

$$n=8.9\ mole$$

یەك مۆل لە ئۆکسجین بارستەکەی (32g)ە.

کەواتە بارستەی 8.9 مۆل ئۆکسجین دەکاتە

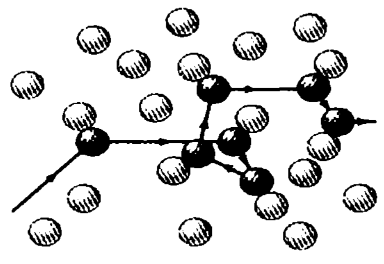
بارستەی ئۆکسجین $=8.9\times32=284.8\ g$

تێبینی:

1 کیلۆمۆل لە گازی نموونەیی لە بارودۆخی نموونەییدا (ئاساییدا) قەبارەی 22400Litre داگیر دەکات، یەك مۆل 22.4 لتر داگیر دەکات.

4_15) پەستانی گازی نموونەیی   *Pressure of an ideal gas*

لە بەندەکانی پێشتر بینیمان، لە ژێر بارودۆخێکی ئاساییدا، چاوەنوارڕ دەکرێت کە گەردەکانی گاز لە یەکتری دووربن، و ئەو هێزە راکێشانەو رەوێنەوەیان نەبێت کە لەنێوان گەردە نزیك یەکەکان دیاردەکەون، ئەم گەردە نزیك یەکانەش تەنها خۆیان لە دۆخی شلیدا یان رەقیدا دەبیننەوە. وەها دادەنرێت کە هەر گەردە گازێك بە هێڵی راست دەڕوات هیچ گەردی دی کاریتێناکات تاکو بۆ ماوەیەکی زۆر کورت بەر یەکیتر نەکەوێت، لە ئەنجامدا ئاراستەکەی دەگۆڕێت، بۆیە هەر گەردێکی گاز لە ڕێڕەوێکی زیگـزاگی *zigzag* دەجوولێت (وێنە *4-20a*)، لە چەند پارچە هێڵی راستی کورت کورت پێکهاتووە. ئەگەر ئەم پێشنیازەی گاز قبوولبکرێت، ئەدی کام سیفەتی گەردیلەکانی گازە وەهایان لێدەکات کە پەستان بسەپێنن و قەبارەیان هەبێت، بە جۆرێك لە هەموو کۆژێکدا یاسای گشتی گازەکان *PV= nRT* پەیڕەو بکەن. بۆ وەڵامدانەوە، مۆدێلێکی سادەی گازێکی نموونەیی دەخەینەبەرچاو کە گەردەکانی ئەم سیفەتەیان هەبێت.



وێنە (4_20a) ڕێڕەوی زیگزاگی گەردێك کە بەر گەردەکانی دی دەکەوێت

1. قەبارەی گەردەکان هێندە بچووکن تا رادەیەك وەك خاڵ مامەڵەیان لەگەڵ دەکریت، نەك وەك تەنی بچووکی قەبارەدار.
2. هیچ هێزێك لە نێوان کام دوو گەرد کارناکات، تەنها لە ساتی بەریەککەوتنیان نەبێت لە پشووی پێش بەریەککەوتنەکانیان، هەر گەردێك بەپێی یاسای بارنەگۆڕین، بەهێڵی راست و خێرایی نەگۆڕ دەڕوات.
3. هەموو ئەو بەریەککەوتنانەی گەردەکان تووشیدێن جیرن. وە پەیڕەوی یاسای پاراستنی وزەو یاسای پاراستنی تەوژم دەکەن، بۆیە کاتێك گەردێکی گاز بە خێراییەکی دیاریکراو و بە ستوونی بە دیواری ئەو قاپەی تیایدایە دەکەوێت،

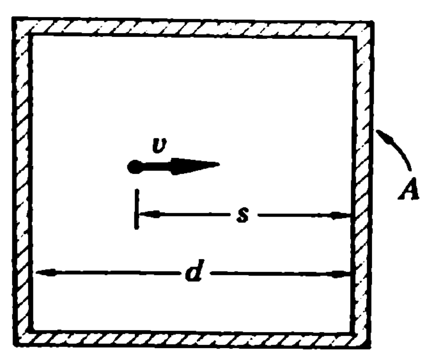
لە دیوارەکەوە بە هەمان خێرایی و بە ئاراستەی پێچەوانە هەڵدەگەڕێتەوە (ماوەی کاتی بەرکەوتنەکە دەمیخایێنێت زۆر بچووکە فەرامۆش دەکرێت).

4. ژمارەی گشتی گەردەکان زۆر گەورەیە، بەریەککەوتنەکانی نێوان خۆیان و بە دیواری قاپەکە وا دەکات گەردەکان بەردەوام خێرایی و ئاراستەکانیان بگۆڕن. لە ئەنجامدا ئەو گەردانەی کە هەریەکیان خێرایی و ئاراستەی تایبەت بەخۆی هەیە ژمارەیان لە کاتێکەوە بۆ یەکێتیر بە نەگۆڕی دەمێنێتەوە.

5. ئەو یاسایانەی، کە لەگەڵ ئەم مۆدیلە گازە دەگونجێت، تەنها لە ئەنجامی جوولەو بەرکەوتنەکانی گەردەکانیەتی. ئەو بیردۆزەی کە رەوشتی ئەم گازە نموونەییە لێکدەداتەوە پێی دەگوترێ جوولە بیردۆزی گازەکان *kinetic theory of gases*.

ئێستاکە بە سوود وەرگرتن لە ئەم مۆدیلەی گازی نموونەیی دەتوانین یاسایەك بۆ حسێبکردنی پەستانی گازی نموونەیی قەتیسماو دەربهێنین، هەر ئەم یاسایەش بە سنوور بۆ گازە راستەقینەکانیش دەگونجێت، بە مەرجێك ئەم گازانە لە ژێر پەستانی گەورە نەبن و پلەی گەرمیان زۆر نزم نەبێت (نزیکی خاڵی شلبوونەوەیان نەبن).

گریمان، گازێکمان لەناو سندووقێکی (دەفرێك) شێوە شەشپاڵوی داخراو هەیە، وە ژمارەی V_o گەرد (*nu subzero*) لە یەکەی قەبارەی ئەم گازەی ناو سندووقەکەدا هەیە. لەبەر نەبوونی هیچ جۆرە هێزێك لە نێوان گەردەکانی ئەم گازە، وا دادەنێین کە جوولەی گەردەکانی بە یەکسانی بەسەر هەموو ئاراستەکان دابەشکراوە، کەواتە دابنێ هەر سێیەکی



وێنە (4-20b) شەشیەکی $\left(\frac{1}{6}\right)$ی گەردەکانی ناو سندووقەکە بە ئەو ئاڕاستەی پیشاندراوە دەجووڵێن و هەموویان لە ماوەی d/v بە دیوارەکە دەکەون. دابنێ ژمارەی گەردەکان لە یەکەی قەبارەدا دەکاتە VO.

گەردەکانی ناو سندووقەکە، بە ئاراستەی هەریەك لە z ,y ,x دەجوولێن وە خێرایی v جوولەیان یەکسانە. بۆ ئەم سێیەکەی بە ئاراستەی (x) دەجوولێن، نیوەی بە ئاراستەی ($+x$) وە نیوەکەی تری بە ئاراستەی ($-x$) دەجوولێن، کەواتە شەشیەکی $\left(\frac{1}{6}\right)$ گەردەکان بە ئاراستەی $+x$ و بە خێرایی یەکسان دەجوولێن، وا دادەنێین ئەم گەردانە بە یەکتری ناکەون.

سەرنجی وێنە ($4\text{-}20b$) بدە. کە تیایدا گەردێك، بە ئاراستەی $+x$ بەرەو دیواری رووبەر A دەڕوات، ئەو کاتەی ئەم گەردە دەیخاێنێت تا لە دووری (S) وە دەگاتە دیوارەکەو پێیدەکەوێت، دەکاتە $\frac{S}{v}$. وەك لە وێنەکە دیارە درێژی لایەکی سندووقەکە (d)یە، بۆیە لەماوەی کاتی $\frac{d}{v}$ هەموو ئەو گەردانەی بە ئاراستەی $+x$ دەڕۆن بە رووی A دەکەون.

قەبارەی سندووقەکەو هەروەها قەبارەی گازەکەی ناویشی، دەکاتە Ad لە بەرئەوەی $\left(\frac{1}{6}\right)$ی گەردەکانی یەکەی قەبارە، کە دەکاتە $\frac{1}{6}\ v_o$ بە ئاراستەی $+x$ دەڕۆن، کەواتە ژمارەی هەموو گەردەکانی ناو سندووقەکە ئەوانەی بە ئاراستەی $+x$ دەجوولێن دەکاتەAd($\frac{1}{6}\ v_o$) ئەو گەردانەش هەموویان بەماوەی $\frac{d}{v}$بە دیواری A دەکەون.

وا دادەنێین بەرکەوتنەکان بە دیوارەکانی سندوقەکە تەواو جیرن، بۆیە کە هەر تاکە گەردێك بەخێرایی دیاریکراو بە دیوارەکە دەکەوێت، بەهەمان خێرایی و بە ئاراستەی پێچەوانە هەڵدەگەڕێتەوە. بۆیە گۆڕان لە تەوژمی هەر گەردێکی هەڵگەڕاوە دەکاتە:

$$\text{گۆڕان لە تەوژم} = 2mv$$

لێرەدا m بارستەی گەردێکە، تەوژمی ئەم گەردەش بە بڕی mv کەمدەکات کە لەلایەن دیوارەکەوە دەوەستێندرێت، وە تەوژمی mv بە ئاراستەی پێچەوانەی لە ساتی هەڵگەڕانەوەی پێدەدات.

بۆیە بڕی گۆڕان لە تەوژمی گەردەکـــە دەبێتـــە $2mv$ ژمارەی$(dA)(v_o)$ $\frac{1}{6}$ گـەرد لـەناو سـندووقەکە بـەماوەی $\frac{d}{v}$ بـە دیوارەکـە دەکـەون. کەواتـە کـۆی گۆڕانەکانی تەوژم دەکاتە:

$$\text{گشت گۆڕانەکانی تەوژم} = \frac{1}{6}(v_o)(Ad)(2mv)$$

دەزانین پاڵ Ft (*impulse*) بۆ سەر دیوارەکە یەکسان بە ئەم گۆڕانەی تەوژم.

$$Ft = \Delta mv$$

$$\therefore Ft = \frac{1}{6}(v_o)(Ad)(2mv)$$

لەم پەیوەندیانەی سەرەوە، F ئەو هێزە تێکڕایەیە کە لەلایەن گەردەکانەوە دەخرێتە سەر دیوارەکە.

بەڵام $t=\frac{d}{v}$ ، t کاتی پێکەوتنی یەك تاکە گەرد نیە، بەڵکو ئەو کاتەیە کە ژمارەیەکی زۆری گەرد دەیخایینن تا بە دیوارەکە دەکەون دەکاتە $(\frac{1}{6}\ v_o\ Ad)$ گەرد.

$$\therefore F(\frac{d}{v}) = \frac{1}{6}(v_o)(Ad)(2mv)$$

$$\therefore F = \frac{1}{3}(v_o)(A)(mv^2)$$

بەڵام: $P=\frac{F}{A}$ (پەستان)

$$\therefore P=\frac{1}{3}(v_o)(mv^2)$$

بە دەلالەتی جوولە وزەی گەردەکە:

$$P=\frac{2}{3}(v_o)(\frac{1}{2}mv^2) \ .... \ (4\text{-}11)$$

لە هاوکێشەی (4-11) دەبینین کە پەستانی گازێکی قەتیسماو دەکاتە جوولە ووزەی دوو سێیەکی ژمارەی گەردەکانی یەکەی قەبارە. ئەم پەستانەش لە ئەنجامی بەرکەوتنی گەردەکانی گازەکە بە دیواری قاپەکە پەیدادەبێت.

بـە کـردار سـەلماندراوە کـە پەسـتانی گـاز بـە بەرزبوونـەوەی پلـەی گـەرمی زیاددەبێت. ئێستاکەش دەیسەلمێنین کە پەستان و پلەی گەرمی پەیوەندییان بەیەکەوە هەیە.

$$P=\frac{2}{3}(v_o)(\frac{1}{2}mv^2) \ ..... \ (4\text{-}11)$$

بەڵام $PV = nRT \quad .... (4\text{-}10)$

$$\frac{nRT}{V} = \frac{2}{3}(v_o)\left(\frac{1}{2}mv^2\right)$$

$$\therefore T = \frac{2v_oV}{3nR}\left(\frac{1}{2}mv^2\right)$$

v_oV = ژمارەی گەردەکانە لە قەبارەی V دا

هەروەها nN_A = ژمارەی گەردەکان لە قەبارەی V دا.

$$v_oV = nN_A$$

N_A= ژمارەی ئۆڤۆگادرۆ= 6.022×10^{26} گەرد/kmol

$$T = \frac{2N_A}{3R}\left(\frac{1}{2}mv^2\right) \quad .... (4\text{-}12)$$

لە ئەمەوە دیاردەکەوێت کە T (پلەی گەرمی کالڤن) بەراستەوانە دەوەستێتە تێکرایی جوولە ووزەی گەردەکانی گاز. یان پلەی گەرمی پەتی (کالڤن) پێوەری جوولە ووزەی گەردەکانی گازە.

نموونە:

تێکرای خێرایی گەردەکانی نایترۆجین لە بارودۆخی ستاندارد حسێبکە. بارستە ئەتۆمی نایترۆجین(N) =14u

شیکار:

$$T = \frac{2N_A}{3R}\left(\frac{1}{2}mv^2\right)$$

$$T = \frac{(N_Am)}{3R}(v^2) \Rightarrow v = \sqrt{\frac{3RT}{N_Am}} \quad ..... (4\text{-}13)$$

بەڵام N_Am = بارستە مۆل

N_2 بارستە مۆلی $= N_A\, m = 28\ g/mol = 0.028\ kg/mol$

$$v = \sqrt{\frac{3RT}{\text{بارستە مۆل بە } \frac{kg}{mol}}}$$

$$v = \sqrt{\frac{3\times8.314\times273}{0.028}} = 493\ m/s$$

تێکرای خێرایی گەردەکانی نایترۆجین لە باری ستانداردا نزیکەی دەکاتە .500m/s

لە هاوکێشەی (4-12)وە، دەبینین کە تێکرِای جوولە وزەی گەردیلەیەکی گاز دەکاتە:

$$\frac{1}{2}\ mv^{2} = \frac{3RT}{2N_A}$$

$$KE=\frac{3}{2}\left(\frac{R}{N_A}\right)\ T$$

لەبەر ئەوەی R برِێکی نەگۆرِە، وە هەروەها N_A برِێکی نەگۆرِە.

$$\therefore \frac{R}{N_A}=k \quad (\text{برِێکی نەگۆرِ})$$

$$\therefore KE=\frac{3}{2}\ k\ T \;.... \quad (4\text{-}14)$$

بە برِی نەگۆرِی k دەگوترێ نەگۆرِی بلۆتزمان

$k=1.3807\times10^{-23}$ J/k (Blotzmann's constant)

نموونە:

دەفرێکی قەبارە $5000cm^3$ ، بارستەی $4.9g$ گازێکی تێدایە لە ژێر پەستانی $75cm\text{-}Hg$ و پلەی گەرمی 50^oc. ئایا پەستانی $6g$ لەم گازە دەبێتە چەند ئەگەر لە دەفرێکی قەبارە $2000cm^3$ و لە پلەی 0^oc قەتیسکرابێت.

شیکار:

لە هاوکێشەی (4-10)

$$\frac{P_1V_1}{m_1T_1}=\frac{P_2V_2}{m_2T}$$

$$\frac{75\times5000}{4.9\times323}=\frac{p_2\times2000}{6\times273}$$

$$P_2= 194\ cm\text{-}Hg$$

پرسیارو ڕاهێنان

پرسیار

پ1: چینە سەرەکیەکانی بەرگە هەوای زەوی چین؟

پ2:مانای درێژی ڕێڕەوی سەربەست لە نێوان گەردەکانی گاز چیە؟

پ3:خولی ئۆزۆن لە بەشەکانی سەرەوەی چینی ستراتۆسفیر باسبکە بە هاوکێشە کیمیاییەکان ڕوونی بکەرەوە، بۆ هەبوونی ئەم چینە سوودی بۆ زیندە لەسەر زەوی هەیە؟

پ4: بۆچی لە چینی ستراتۆسفیر، جولەی شاولی هەوا نیەو بە چینێکی ئارام دادەنرێت؟

پ5: تاقیکردنەوەیەك بۆ پێوانی چڕی هەوا باسبکە.

پ6:چۆن هەریەك لە ئەمانە، بە بەرزبوونەوە لە ڕووی زەویەوە دەگۆڕێن؟ 1) چڕی ئەتمۆسفیر 2) پەستانەکەی 3) پلەی گەرمی.

پ7: خێرایی گەردە بارستە گەورەکان لە هەوادا لە چاو بارستە کەمەکان چۆنە.

پ8:چی ئەو بڵندیەی بالوونێکی دیاریکراو دەیگاتێ، دیاریدەکات؟

پ9:چی دەبێتە هۆی تەنکبوونی چینی ئۆزۆن، ئەم تەنکبوونە چ مەترسیەکی لەسەر ژیان هەیە؟ چی پێشنیار دەکەیت ئەم مەترسیە لابرێت؟

پ10: کە پەلی دەستت بەرەو سەر پاندەکەیتەوە، قورسایی ئەتمۆسفیری تا بەرزی 80km دەکەوێتە سەری کە نزیکەی دەکاتە کێشی 132kg، بۆ پەلی دەستت داناتەپێت؟

پ11:تاقیکردنەوەی توریشیلی بۆ پێوانی پەستانی ئەتمۆسفیر ڕوونبکەوە. بۆ جیوە لە ئاستی دەریا لە بەرزی 76cm دەوەستێت؟

پ12:چی بەسەر بەرزی جیوەی بۆڕیەکەی تاقیکردنەوەی تۆریشیلی دێت کاتێك ئەم تاقیکردنەوە a) لە قوتکەی چیایەکی بڵند بکرێت. b) لەسەر رووی مانگ بکرێت.

پ13: بەرزی ئاو لە بۆڕیەکەی بارۆمەترێکی ئاوی لە ئاستی دەریا چەندە. (چڕی ئاو $=1000 kg/m^3$)

پ14:بەرزی جیوە لە بارۆمەتری جیوەیی پەیوەندی بە رووبەری پانە بڕگەی بۆڕیەکەی هەیە؟ روونی بکەوە.

پ15: کە شلەیەك، بە هەڵمژینی قەمیشێك دەخۆیتەوە، شلەکە لەناو قەمیشەکە هەڵدەستێت. بۆ؟

پ16:سیفەتەکانی گەردەکانی گازی نموونەیی چین؟ بۆ ئەم گازە خەیالیە پێشنیارکراوە؟ ئایا گەردەکانی گازە راستەقینەکان لە چ سنوورێك لەرووی پەستان و پلەی گەرمی، نزیکەی هەمان سیفەتیان هەیە؟

پ17:هەریەك لە یاساکانی بۆیل، شارل، گای -لۆساك. بە وتەو بیرکاریانە دەرببڕە.

پ18:چڕی گازێکی حەپسکراو چۆن دەگۆڕێت بە گۆڕانی ئەو پەستانەی دەخرێتە سەری؟ بیرکاریانە ئەم پەیوەندییە دەرببڕە.

پ19:کاتێك هێلە راستەکەی گرافی پەستان-پلەی گەرمی (سیلیزی یان کەلڤن) درێژ دەکەیتەوە. لە چ خاڵێك تەوەری پلەی گەرمی دەبڕێت؟ چی بە ئەم پلەیە دەگوترێت، چ راستیەکی لی دەردەهێنرێت؟

پ20: پەستانی گازە قەتیسکراوەکان لەچیەوە پەیدا دەبێت؟

پ21:یاسای بۆیل، شارڵ، گای-لۆساك، لەسەر بنچینەی جوولە وزەی گازەکان روونبکەرەوە.

ڕاهێنان

پ1: تاقیگەیەك درێژی $14m$ و پانی $6m$ و بەرزی ساپیتەکەی (میچ) $4m$.
کێشی ئەو هەوایەی لەناویدایە لە باری ستانداردا چەندە؟
وەڵام: $4248N$

پ2:ئەگەر درێژی ستوونی جیوە لە بارۆمەترێکی جیوەییدا $740mm\text{-}Hg$ بێت، پەستانی ئەتمۆسفیر بە dyn/cm^2 چەندە؟
وەڵام: $9.86 \times 10^5 dyn/cm^2$

پ3:قەبارەی گازێك لە ژێر پەستانی $740mm\text{-}Hg$ دەکاتە $600cm^3$، قەبارەکەی لە ژێر پەستانی $800mm\text{-}Hg$ دەبێتە چەند؟
وەڵام: $555cm^3$

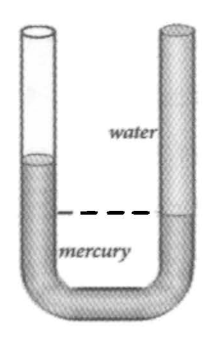
پ4:ئەو پەستانەی دەکەوێتە سەر تەنێکی نقوومبوو لە بنی دەریاچەیەك لە قوڵی $30m$ بە N/m^2 چەندە؟ ئەگەر خوێندنەوەی بارۆمەتری جیوەیی $740mm\text{-}Hg$ بێت؟
وەڵام: $392627N/m^2$

پ5:قەبارەی بالوونێکی پڕکراو بە هیلیۆم بە مەتر سێجا دەبێ چەند بێت تا بتوانێ بارێك $3500kg$ هەڵگرێت، (کێشی بالوونەکەی لەگەڵدایە) چڕی هیلیۆم $0.18kg/m^3$.
وەڵام: $3153m^3$

پ6:بارۆمەترێك، بۆڕیەکەی درێژترە لە بۆڕیەی بارۆمەتری ئاسایی، لە دەریاچەیەك تا قوولی $4.5m$ نقومکرا. ئایا خوێندنەوەکەی لە ئەوێدا دەبێتە چەند؟ پەستانی ئەتمۆسفیر لەسەر ڕووی دەریاچەکە $74cm\text{-}Hg$.
وەڵام: $107cm\text{-}Hg$

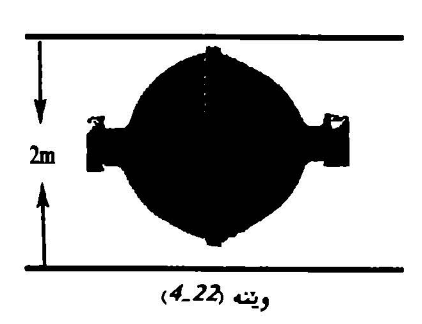
پ7:بارستەی $500cm^3$ لە گازی کلۆر لە 0^oc و پەستانی $77cm\text{-}Hg$ چەندە؟ ئەگەر زانیت چڕی کلۆر لە باری ستاندارد دەکاتە $3.2g/L$.
وەڵام: $1.67g$

پ8: بۆرییەکی شێوە U درێژی ئەو ستوونە ئاوە چەندە کە پێویستە بکرێتە یەکێك لە باسکەکانی بۆ ئەوەی جیوە لە باسکەکەی تری $2cm$ لە چاو ئاستی پێشووی بەرزبێتەوە؟ ڕێژە چڕی جیوە $\rho_r = 13.6$
وەڵام: $54.4cm$



وێنە (4_21)

پ9: گۆیەکی هەوا دەرکێشراو، تیرەکەی $(2m)$ە، لە دوو نیوە گۆی بە تەواوی جووتبوو پێکهاتووە، لە ناو ئاودا نقوومکرا بە جۆرێك کە بەرزترین خاڵی گۆیەکە بە رووی ئاوەکە بگات و رووتەختی جووتبوونی دوو نیوە گۆیەکە شاولی بێت. ئایا چەند هێز پێویستە بۆ لێکردنەوەیان؟ خوێندنەوەی بارۆمیتەر $75cm\text{-}Hg$ بووە.
وەڵام: $344646N$



وێنە (4_22)

پ10: بڵقە هەوایەك لە بنی گۆمە ئاوێکەوە کە پلەی گەرمی لەوێدا 17^oc بوو، بەرزبۆوە، قەبارەکەی لە رووی گۆمەکە بوو بە 3 هەندی قەبارەکەی لە بنی گۆمەکەدا، ئەگەر پلەی گەرمی ئاوی گۆمەکە لەسەر رووەکەیدا 27^oc بێت، ئایا قوولی ئەم گۆمە چەندە؟ خوێندنەوەی بارۆمەتر لەم شوێنەدا $75cm\text{-}Hg$ یە.
وەڵام: $19.38m$

پ11: ئایا 20 لیتر گاز لە ژێر پەستانی $54cm\text{-}Hg$ دایە، لە ژێر چ پەستانێك قەبارەکەی دەبێتە $30\ Lt$ لیتر. وەڵام: $36cm\text{-}Hg$

پ12: پەستانپیوێکی کراوە، چڕی رێژەیی شلەکەی ناوی $\rho_r = 0.8$ کاتێك بە دەفرێك گەیەندرا بۆ مەبەستی پێوانی پەستانی ئەو ئەو گازەی تیایدایە، ئاستی شلەکە لە لقە درێژەکەی $25cm$ بەرزتر بۆوە لە چاو ئاستەکەی لە

لقەکەی بەگازەکە گەیەندراوە. ئەگەر پەستانی ئەتمۆسفیر 75cm-Hg بێت، ئایا پەستانی گازەکە چەندە؟

وەڵام: 77.94 cm-Hg

پ13: پەستانپێوێکی داخراو، پێش بەکارهێنانی ئاستی جیوە لە هەردوو لقەکەیدا لە هەمان رووتەختی ئاسۆییدان، دوای ئەوەی بە دەفرێك، بۆ مەبەستی پێوانی گازە قەتیسکراوەکەی ناوی گەیەندرا، بینرا، جیوەی لقە داخراوەکە 20cm بەرزترە لە چاو ئاستی جیوەکە لە لقەکەی تردا، وە قەبارەی هەوا قەتیسماوەکە لە لقە داخراوەکەیدا بۆ $\frac{1}{3}$ قەبارەکەی پێش گەیاندنی بە دەفرەکە، کەمبۆتەوە، ئایا پەستانی گازە قەتیسماوەکەی ناو دەفرەکە چەندە؟ پەستانی ئەتمۆسفیر 74cm-Hg.

وەڵام: 242cm-Hg

پ14: گازێك لە $27^{o}c$ و لە ژێر یەك پەستانی ئەتمۆسفیر (1atm) دایە، کتوپڕ بۆ بیستیەکی قەبارەکەی پێشووی و پەستانی 30atm پەستێندرا. پلەی گەرمیەکەی دەبێتە چەند؟

وەڵام: $177^{o}c$

پ15: پیستنەکەی لوولەیەکی (Cylinder)ی مەکینەیەکی دیزل، هەوای لە باری ستاندەردا لە رووی پەستان و پلەی گەرمی، بۆ شەشیەکی قەبارەی پێشووی و پەستانی 50atm پەستاند، ئایا پلەی گەرمی هەوا پەستاندراوەکە دەبێتە چەند؟

وەڵام: $580^{o}c$

پ16: بڵقێکی هەوای قەبارە V_o لە قووڵایی hی دەریاچەیەك لەلایەن ماسییەکەوە بەرەڵا کرا، بڵقەکە بەرەو سەر هەڵکشا، دابنێ پلەی گەرمی جێگیرە و پەستانی ئەتمۆسفیر (P_a)ە، لەسەر رووی دەریاچەکە، ئایا قەبارەی بڵقەکە دەبێتە چەند پێش ئەوەی تەواو بە رووەکەی بکەوێت؟ چڕی ئاو = ρ.

وەڵام: $V_o(P_a+\rho gh)/P_a$

پ17: بارستەی هەوای هۆدەیەکی $3\times8\times9m$ چەندە؟ ئەگەر هەوایەکە لە ژێر پەستانی $1atm$و لە پلەی گەرمی 20^oc دا بێت. دابنێ بارستە مۆلی هەوا $28g/mol =$

وەڵام: $251kg$

پ18:تێکڕای خێرایی گەردیکی گازی هایدرۆجین لە 20^oc بدۆزەوە. بارستە مۆلی هایدرۆجین = $2g/mol$

وەڵام: $1910\ m/s$

پ19:لە چ پلەیەکی گەرمی گەردەکانی گازی نایترۆجین، تێکرای خێراییان دەبێتە $11.2km/S$، بارستە مۆلی نایترۆجین $14g/mol=$

وەڵام: $141000k$

پ20: پلەی گەرمی گۆیە ئاگرینەکەی بۆمبێکی ئەتۆمی (10^7k)ە، تێکرای جوولە ووزەی پرۆتۆن لە ئەو پلە گەرمیەدا بدۆزەوە، پاشان لە ئەمەوە تێکرای خێراییەکەی بدۆزەوە. بارستە ئەتۆمی پرۆتۆن دەکاتە $1.66\times10^{-27}kg= 1u$ (هەمان بارستە مۆڵی هایدرۆجینە)

وەڵام: $2.1\times10^{16}\ J$, $5\times10^5\ m/S$

پ21: بیسەلمێنە کە پەستانی گازی نموونەیی دەتوانرێت بە ئەم شێوەیەش بنووسرێت. $P=\frac{1}{3}\rho v^2$

پ22:بۆ زۆر مەبەستان پەستانی $mm\text{-}Hg$ 1×10^{-6} بە بۆشاییەکی باش دادەنرێت، a) لە ئەم پەستانەدا ژمارەی کیلۆمۆلەکان لە $1m^3$ بۆ گازی نایترۆجین بدۆزەوە. b) ژمارە گەردەکانی نایترۆجین لە $1cm^3$ چەندە؟ دابنێ هەوایەکە تەنها لە نایترۆجین پێکهاتووە لە پلەی گەرمی ژووردایە20^oc.(لە راستیدا نایترۆجین78%ی هەوا پێکدەهێنێت).

وەڵام: $5.5\times10^{-8}\ mol/m^3$, $3.3\times10^{10}\ molecule/cm^3$

پ23: لوولەیەکی داخراو، بە پەستێنەرێکی بزۆکی لە ماددەیەکی نەگەیەنەری گەرمی تیدایە، لوولەکەی کردۆتە دوو بەش، ئەگەر دوو بارستەی یەکسان لە هەمان گاز لە هەردوو دیوی پەستێنەرەکە هەبێت، بیسەلمێنە کە

پەستێنەرەکەی لە ئەو شوێنە دەوەستێت کە تیایدا $V_2 = V_1 (T_2/T_1)$، $V_1,\ T_1$ پەستان و پلەی گەرمی دیوێکی پەستێنەرەکەیە وە $V_2,\ T_2$ بۆ دیوەکەی ترە؟

پ24: چڕی ئۆکسجین لە باری پێوانەیی (STP) حسێبکە. یاسای گازی نموونەیی بەکاربهێنە.

وەلام: $1.43\ kg/m^3$

پ25: تانکیەکی کۆگەکردن، $21.6kg$ نایترۆجینی (N_2) لە ژێر پەستانی $3.65atm$ی تێدایە. پەستانەکە دەبێتە چەند ئەگەر بە هەمان بارستە Co_2 لە جیاتی نایترۆجینەکە لە تانکیەکە دابنرێت. (پلەی گەرمی ناگۆڕێت).

وەلام: $2.32atm$

پ26: تانکیەکی کۆگەکردن، لە باری پێوانەیی $18.5kg$ نایترۆجینی (N_2) تێدایە. a) قەبارەی ئەم تانکیە چەندە؟ b)پەستانەکەی دەبێتە چەند ئەگەر $15kg$ نایترۆجینی تر لە تانکیەکە بکرێت؟ بەبێ ئەوەی پلەی گەرمی بگۆڕێت.

وەلام: $a) 14.8m^3$,$b)\ 1.83\times10^5\ N/m^2\ (1.81atm)$

پ27: ئەگەر $18.75mol$ لە گازی هێلیۆم لە 10^oc و لە ژێر پەستانی پێوراو $0.35atm$ دابێت. a) قەبارەی ئەم گازە لە ژێر ئەم بارودۆخە چەندە؟ b)پلەی گەرمیەکەی دەبێتە چەند ئەگەر ئەم گازە بۆ نیوەی قەبارەکەی بپەستێندرێت، لە ژێر پەستانی پیوراو $1atm$ دابێت.

تێبینی: پەستانی گاز = پەستانی پیوراو + پەستانی ئەتمۆسفیر.

وەلام: $a)\ 0.323\ m^3\ \ b)\ -63^oc$

پ28: $105kg$ گازی ئەرگۆن لە 20^oc لە ناو دەفرێکی قەبارە $35Lt$ لیتر دانراوە، ئایا پەستانەکەی چەندە؟ (بارستە مۆلی ئەرگۆن $40kg/kmol$)

وەلام: $1811atm$

پ29: بالوونێکی منداڵانی (دەبدەبە) پڕ لە گازی هێلیۆم لە کەناری دەریادا کە پلەی گەرمی 20^oc یە، بەرەڵلا دەکرێت. دەگاتە بڵندی $3000m$، لە ئەوێدا پلەی گەرمی 5^oc و پەستانی ئەتمۆسفیر ($0.7atm$)ە. قەبارەی ئەم بالوونە لە ئەم بەرزایەدا بە ڕێژەی قەبارەکەی لە رووی زەویدا چەندە؟

وەڵام: $V_2/V_1=1.33$

پ30: تانکیەك، $30kg$ ئۆکسجینی لە ژێر پەستانی پیوراو $8.7atm$ی تێدایە، ئەگەر لە جیاتی ئۆکسجینەکە هێلیۆم لە تانکیەکە بکرێت، ئایا چەند کیلۆگرام هێلیۆم پێویستە بۆ ئەوەی پەستانە پێوراوەکەی ببێتە $7atm$.

وەڵام: $3.09\ kg\ He$

تێبینی: پەستانی گاز = پەستانی پیوراو + پەستانی ئەتمۆسفیر

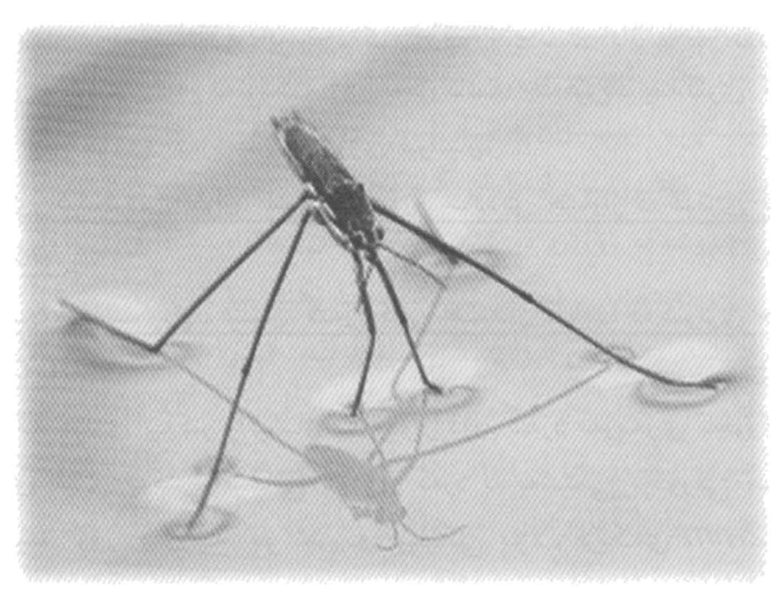
بارستە گەردی $32u=O_2$ ، بارستە ئەتۆمی $4u=He$

وەڵام: $3.09kg\ He$

Chapter 5 بەشی پێنجەم

دیاردە رووییەکان

Surface Phenomena



ئەمە وێنەی مێرولەیەکە (*insects*) بە ئاسایی دەتوانی لەسەر رووی ئاو بڕوات، چی قورسایی ئەم مێروولانە هەڵدەگرێت؟ بۆ نقوومنابن؟ لەم بەشەدا هۆی ئەمە و زۆر لە دیاردەکانی تر کە پەیوەندی بە رووی شلەکانەوە هەیە دەخوێنین. زاروەکانی پیکنووسان خۆنووسان رووندەکەینەوە. ئەم یاسایانە دەخەینەڕوو کە زیادە پەستان لە ناوەوەی بلقە گازیەکان و شلیەکان دیاریدەکات. بەرزبوونەوەو نزمبوونەوەی شلەکان لە بۆڕیە زۆر تەسکەکان (موویینەکان) باسدەکەین.

بەشی پێنجەم
دیاردە ڕووییەکان
Surface Phenomena

5-1) پێکنووسان و خۆنووسان *Adhesion and Cohesion*

هەموو ماددەکان لە ئەتۆم یان گەردی چۆنیەك یان جیاواز پێکهاتوون، هەروەك پێشتر گوتوومانە، ئەم تەنۆلکە زۆر بچووکانە، بەهێزێك یەکتری کێشدەکەن دەوەستێتە سەر جۆری گەردەکان و دووری نێوانیان.

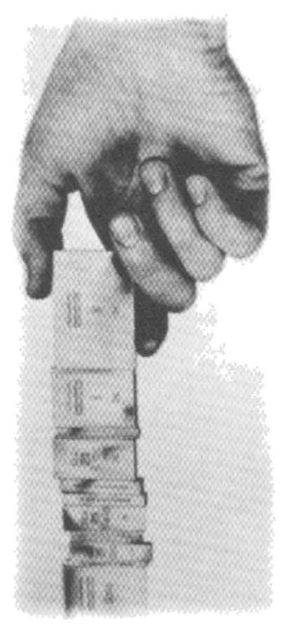
<u>بە هێزی کێشکردنی نێوان گەردەکانی دوو ماددەی جیاواز دەگوترێ پێکنووسان *adhesion*.</u>

<u>بە هێزی کێشکردنی نێوان گەردەکانی هەمان ماددە دەگوترێ خۆنووسان *Cohesion*.</u>

هەرچەند هێزی یەکتر ڕاکێشان لە نێوان دوو گەرد ئەوپەڕی بچووکە. بەلام کۆبوونەوەی هێزی یەکتر ڕاکێشانی بلیونان گەرد لە بەشێکی بچووکی ماددەیەکدا، سەرسوڕمێنەر زۆر گەورەیە، بۆ نموونە کێبلێکی پۆلا، نزیکەی *2mm* تیرەکەی بێت، دەتوانیت بارێك *2ton* تۆن یان زیاتر هەلگرێت بێ ئەوەی بپچڕێت. بێگومان ئەمەش پێوانەی ڕاستەخۆی ئەو هێزە خۆنووسانانەیە کە لە نێوان بەسەدان بلیۆن ئەتۆمە هاو چەشنەکانی پۆلادا هەیە.

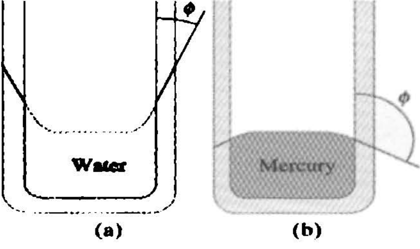
لەوانەیە بپرسی: ئەگەر تەنێکی ڕەق پارچە بکرێت بۆ ناتوانرێت جارێکیتر بە یەکتریان بنووسێنینەوە سەرەڕای بوونی هێزی خۆنووسان لە نێوان گەردەکانیان؟ چونکە، گرانە وا لە گەردەکانیان بکرێت بۆ ڕادەیەك لە یەکتری نزیکبکرێنەوە تا هێزی ڕاکێشان لە نێوان گەردەکانی دوو پارچەکە زۆر بێتەوە. بەلام بە باش

سافکردن و لووسکردنی رووی هەردوو پارچە، ئینجا لە شوێنیکی خاڵیکراو لەهەوا- تا نەهێڵی گەردەکانی هەوا بکەوێتە نێوان دوو روەکە- بخرێنە سەر یەکتری، لەم بارەدا، لەبەر زۆر نزیکبوونەوەی گەردەکانی دوو پارچەکە، هێزی خۆنووسان لە نێوانیاندا دیاردەکەوێتەوە دوو پارچەکەش یەکتر دەگرنەوە. وێنە (5-1)


وێنە (5-1) کاتێك ئەم خشتانە بە یەکتر دەگەیێندرێن، رووە پان و لووسەکانیان وادەکات گەردەکانیان زۆر لەیەکتری نزیکببنەوە، هێزی خۆنووسان بە یەکیان دەگرێت.

ئەوەی لە نێوان تەنەکان روودەدات کە ئایا بەیەکتری دەنووسێن یان نەء؟ دەوەستێتە سەر هەردوو هێزی پێکنووسان و خۆنووسان. بۆ روونکردنەوە، کاتێك سەرێکی توولێکی شووشەیی لە ئاودا نقوومدەکرێت، دوای دەرهێنانی، دەبینین بە ئاو تەڕبووە. ئەمەش چونکە هێزی پێکنووسان لەنێوان گەردەکانی ئاوەکەو گەردەکانی شووشەکە زۆرترە لە هێزی خۆنووسان لەنێوان گەردەکانی ئاوەکە خۆیان. ئەگەر ئەم کارە جارێکیتر بۆ جیوە بکرێتەوە، دەبینین توولە شووشەکە بە جیوە تەڕنابێت. لەم حالەتەدا، چونکە هێزی خۆنووسان لەنێوان گەردەکانی جیوە خۆیاندا زۆرترە لە هێزی پێکنووسان لە نێوان گەردەکانی جیوەو گەردەکانی شووشە.

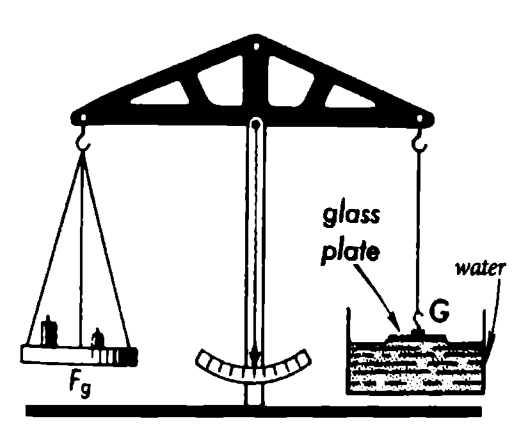
ئەو شلەی دیواری قاپەکەی تەڕ دەکات (هێزی پێکنووسان لە نێوان گەردەکانی شلەکەو گەردەکانی قاپەکە زیاترە لە هێزی خۆنووسانی نێوانی گەردەکانی شلەکە) رووەکەی قۆپاو دەبێت. وەك ئاو — ئەو شلەی دیواری قاپەکەی تەڕ ناکات (هێزی خۆنووسانی نێوان گەردەکانی شلەکە زیاترە لە هێزی پێکنووسانی نێوان گەردەکانی شلەکەو گەردەکانی قاپەکە) رووەکەی قۆقز دەبێت- وەك جیوە. وێنە (5-2)



وێنە (5-2)
a ئاو دیواری قاپەکە تەڕ دەکات.
b جیوە تەڕیناکات

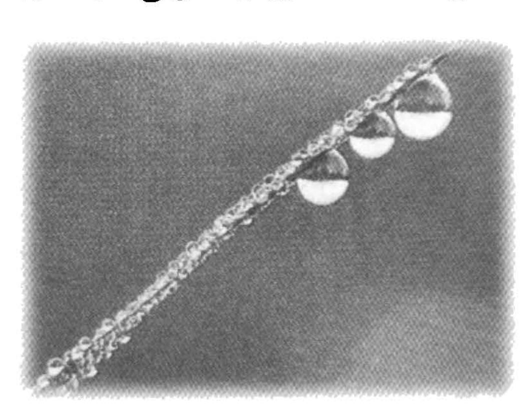
جیاوازی نێوان پێکنووسان و خۆنووسان، بەهۆی ئەم تاقیکردنەوەی لە وێنە (5-3)دا نمایشکراوە پیشاندەدەین، لە وێنەکەدا پلێتیکی (تەبەق *Plate*) شووشەیی بە لایەکی تەرازوێکی دوو باسك هەڵواسراوە، پاش ئەوەی ئەم پلێتە لەگەڵ ئەو سەنگانەی دەخرێنە سەر لای چەپی تەرازووەکە F_g هاوسەنگدەکرێت، ئینجا پلێتەکە بە ڕووی ئاوی حەوزەکە دەگەیندرێت، وەك لە وێنەکە دیارە، ئێستاکە، بۆ ئەوەی ئەم پلێتە لە ڕووی ئاوەکە ئازادبکرێت و لێی جودا بکرێتەوە، دەبێ هێندیکی تر سەنگ بۆ F_g زیاد بکرێت و بخرێتە لای چەپی تەرازووەکە، دوای لێکردنەوەی، ئەگەر لە پلێتەکە وردبینەوە، دەبینین چینێك ئاو بەڕووی بنەوەی نووساوە. ئەمەش مانای ئەوەیە کە لێکپچرانەکە لەنێوان خودی گەردەکانی ئاوەکە ڕوویداوە، ئەمەش ئەوە دەگەینێت کە هێزی پێکنووسانی نێوان گەردەکانی ئاوەکەو شووشەکە لە هێزی خۆنووسانی نێوان گەردەکانی ئاوەکە زیاترە. کەواتە دیاردەکەوێت کە ئەم زێدە کێشەی خرایە سەر F_g لەم تاقیکردنەوەدا، پێوەری هێزی خۆنووسانە لە نێوان گەردەکانی ئاوەکە.

ئەگەر لە جیاتی ئاوەکە، تاقیکردنەوەکە بە جیوە ئەنجام بدرێت لەم حاڵەتەدا، ئەو زێدە کێشەی دەخرێتە سەر F_g بۆ لێکردنەوەی پلێتە شووشەییەکە لە ڕووی جیوەکە، دەبێتە پێوەری هێزی پێکنووسان، واتە پێوەری هێزی ڕاکێشانی نێوان گەردەکانی شووشەکەو جیوەکە، ئەم دەرئەنجامەش لەبەر ئەوەیە، کە دەبینین هیچ جیوە بە ڕووی بنەوەی شووشەکە نەنووساوە، لە ئەمەشەوە دیار دەکەوێت کە خۆنووسان لەنێوان گەردەکانی جیوە زیاترە لە پێکنووسان لەنێوان گەردەکانی شووشەکەو جیوەکە.



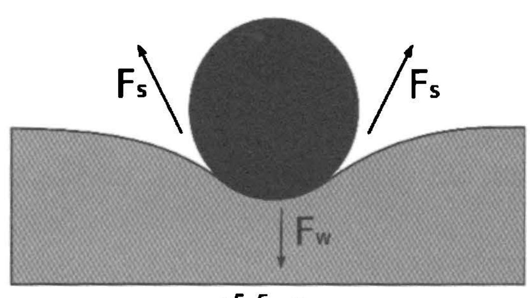
وێنە (5-3) تاقیکردنەوەیەك، هێزی پێکنووسانی شووشەو ئاو پیشاندەدات

رووی شلەی وەستاو رەفتاری سەیری هەیە، لە ژمارەیەك تیبینیەکانەوە دیاردەکەوێت، کە شلە بە پیستێکی تەنکی توندکراو داپۆشراوە، هەردەم هەوڵدەدات بچێتەوەیەك و کەمترین رووبەری هەبێت، ئەو توندیەو هەوڵدانەی رووی شلە کە دەیەوێت کەمترین رووبەر داگیر بکات، بە ئەم نموونانە ڕووندەکەینەوە: *a)* دڕۆپە بچووکەکانی شلە (کێشکردنی زەوی لەسەریان کەمە) شێوەی گۆیی وەردەگرن. چونکە گۆ بۆ بارستەیەکی دیاریکراو کەمترین رووبەری دەبێت. (لە حالەتی نەمانی کێش لەناو کەشتیە فەزاییەکاندا، بارستەی گەورەش لە دڕۆپە شلە شیوەی گۆییاندەبێت) *b)* دڕۆپەکانی ئاو لە کاتی تکەکردنیان. یان ئەوانەی بە گەڵای گیاکاندا لە بەیانیەکی خوزاویدا هەڵدەواسرێن، شیوەی گۆیی بچووك وەردەگرن وەك بالوونی (دەبدەبەی) بچووکی پڕ لە ئاو رەفتار دەکەن. وێنە (*5-4*).



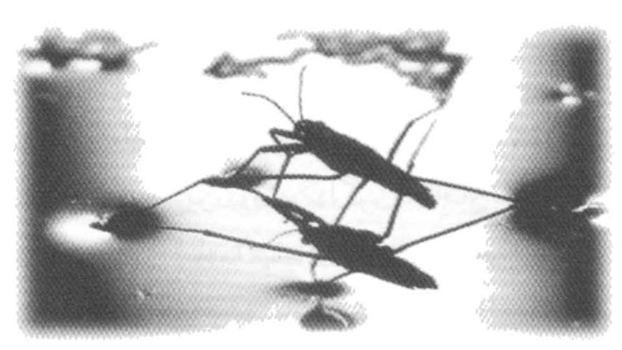
وێنە (*5-4*)
دڕۆپە ئاوی بچووك بە پەلکە گیا هەڵواسراوە

c) دەرزی دوورومانی لە پۆڵا دروستکراو، دەتوانرێت لەسەرخۆ بە ئاسۆیی لەسەر رووی ئاو دابندرێت بێ ئەوەی نقوومبێت، هەر چەندە چریەکەی لە چری ئاو زیاترە، ئەگەر ورد تەماشای رووی ئاوەکەش لەژێر دەرزیەکە بکەیت دەبینێت قۆپاوەتەوە. وێنە (5-5)



وێنە (*5-5*)
ئەو هێزەی لەلایەن رووکشانەوە دەسەپێندرێت، بۆ هەڵگرتنی دەرزیەك بەسە.

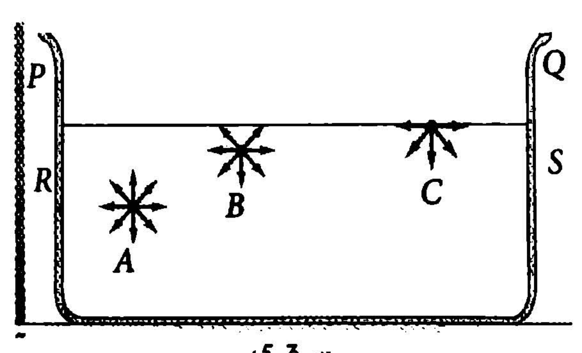
d) هەنـدێك مێـروو، بـە ئاسایی دەتوانن لەسەر ڕووی ئاوی مەنگ لە گۆمەکاندا بڕۆن وینە (6-5).



وێنە (6-5)ڕۆیشتوەکانی سەر ڕووی ئاو

دەتوانین بە یارمەتی و لێکۆڵینەوە لە وێنە (7-5). لەهۆی بوونی ڕوو توندی لە شلەکاندا تێبگەین.

ئەو گەردەی لـە (A) دایـە. هاوسـەنگە چونکـە لەلایـەن گـەردەکانی دەوروبـەری بەهـەموو لایەکدا بەیەکسانی کێشدەکرێت. بەڵام گەردەکەی لە B دایە بۆ تەنیشـتەکانی بـە یەکسـانی کێشـدەکرێت. بـەڵام کێشـکردنی بـەرەو خـوار لـە کێشـکردنی بەرەو سـەر زیـاترە کـەچی گـەردی C



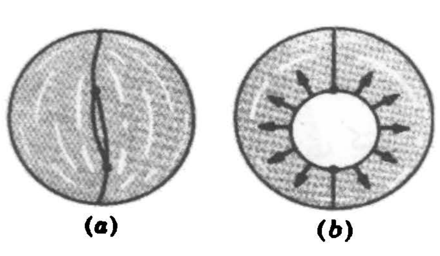
وێنە (7-5)
توندی ڕووی لە شلەکاندا لە ئەنجامی ئەو هێزە نەهاوسەنگانە

هیچ کێشکردنێکی بەرەو سەری لەسەر نیە بۆیە هێزیکی لاسەنگ بەرەو ناوەوەی شلەکە کێشیدەکات. وادەکات ڕووبەری ڕووی شلەکە کەمترین بێت، هەر ئەم هێزە لاسەنگەشە وادەکات ڕەوشتی ڕووی شلە وەك پەردەیەکی توندکراو ڕەوشتبکات،

<u>ئـەم هەوڵدانـەی ڕووی شـلە بـۆ ئـەوەی بچێتەوەیـەك و کـەمترین ڕووبـەری دەسـتکەوێت وەك پەردەیـەکی گرژبـوو کاربکـات پێـی دەگـوترێ توندی ڕوویـی (Surface tension).</u>

بۆپیشاندانی چوونەوەیەکی رووی شلەو هەوڵدانی بۆ وەرگرتنی کەمترین رووبەر، ئــەم تاقیکردنــەوەی لــە وێنــە (8-5) روونکراوەتەوە ئەنجامدەدەین.

قوڵفێك لە دەزوێك دروست بکە ئینجا بەتەلێکی ئاڵقەیی شێوە بازنەیی دەسکدار ببەستە، وێنــە (8-5)، ئاڵقەکــە لــەناو گیراوەیــەکی ســابوون بنــێ. ئینجــا دەریبهێنە، دەبینی پەردەیەکی تەنگ لە گیراوەکەی سابوون بە ئالقەکە هەڵواسراوەو



وێنە (8-5) a پەردەیەکی سابوون بە بازنەیەکی لە تەل دروستکراو هەڵواسراوە. b ئەگەر پەردەکەی دەورەدراو بە دەزووەکە بدرێت، ئەوا پەردەکەی دەرەوە، دەزووەکە بۆ هەموو لایەك بە یەکسانی رادەکێشێت، تا شێوەی بازنەیی وەردەگرێت، ئەمەش بەڵگەیە کە شلە سیفەتی توندی رووی هەیە.

قوڵفی دەزووەکەش هەر شێوەیەك بێت دەبیێت، ئەو پەردەی دەکەوێتە ناوەوەی قوڵفی دەزووەکە، بە پەنجە بدڕێنە، دەبینین قوڵفی دەزووەکە شێوەی بازنەیی وەردەگرێت، چونکە دەزووەکە بە هەموو لایەکدا بەیەکسانی رادەکێشرێت ئەم راکێشانە لەبەر ئەوەیە کە پەردە تەنکەکەی دەکەوێتە دەرەوەی قوڵفە دەزووەکە، بواری ئەوەی دەبیت بچێتەوەیەك و کەمترین رووبەر داگیربکات.

توندی رووی دەبێتە هۆی ئەوەی کە شێوەیەکی گۆیی بە شلەی سەربەست بدات، ئەگەر جیوە یان ئاو لەسەر رووێکی ئاسۆیی خاوێن بپرژێندرێن، دڵۆپەکانیان شێوەی گۆیی وەردەگرن، هۆیەکەشی لەبەر ئەوەیە کە گۆ، بۆ قەبارەیەکی دیاریکراو کەمترین رووبەری دەبێت، گەردەکانی رووی گۆیەکە هێزێکی لاسەنگ کاریانتێدەکات و بەرەو ناوەوە دەیانکێشێت، لە ئەنجامدا رووبەرەکە بۆ کەمترین رووبەر بچووکدەبێتەوەو شێوەی گۆیی وەردەگرێت. وێنە (9-5).

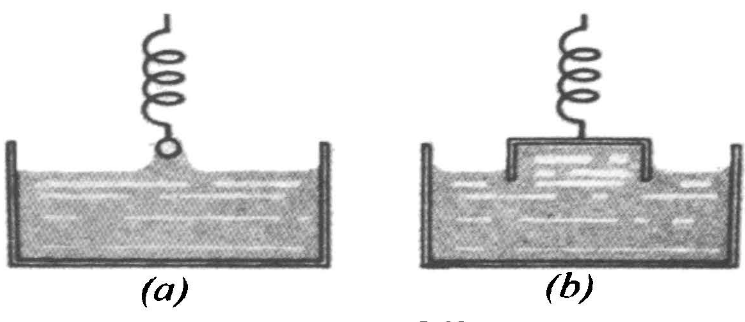


وێنە (9-5)
دڵۆپەی بچووك لە جیوە بەهۆی زۆری روکشانی جیوە، شێوەی گۆ وەردەگرن. بەڵام گەورەکان بە کاریگەری کێشکردنی زەوی پاندەبنەوە.

تاقیکردنەوە:

پارچە تەلێکی ڕاست لەناوەڕاستیەوە بە سپرینگێك هەڵدەواسین، دەبینین سپرینگەکە لە ژێر کاریگەری کێشی تەلەکە هەندێك درێژیەکەی زیاد دەکات، ئێستا ئەگەر ئەم تەلە لەناو شلەیەکدا کە تەڕیدەکات، نقوومبکەین، ئینجا بە ئاستەم ڕایبکێشین بۆ سەرووی ڕووی شلەکە بێ ئەوەی لێی جودابێتەوە. وێنە (5-10*a*) دەبینی سپرینگەکە کەمێك زۆرتر لە ئەوەی پێشتر درێژ دەبێتەوە، بە ئاشکراش دیارە پەردەیەکی تەنکی (*Film*) شلەکە بەسەر هەردوو لای تەلەکە شۆڕبۆتەوە، ئەم پەردە تەنکەش هێزی F دەسەپێنێتە سەر تەلـــەکە. وێنە (5-10*a*).

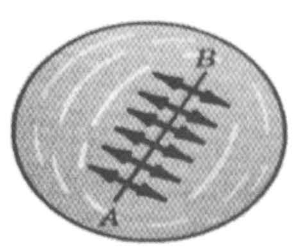
ئەگەر درێژی تەلەکە زیادبکەین، هێزی F بە هەمان ڕێژە زیاددەبێت، لە ئەمەوە وا دیاردەکەوێت، هێزەکە پەیوەندی بە درێژی پەردەکەوە هەیە. لە وێنە (5-10*b*)دا دەبینین پەردەی تەنك لە هەر دوو دیوی تەلەکە هەیە، بۆیە وا دادەنێین کە درێژی پەردەکە دەکاتە دوو هەندی درێژی تەلەکە، ئەگەر لە جیاتی یەك شلە، چەند شلەیەك یەك بەدوای یەك بەکاربهێنین، دەبینین هێزەکە (F) دەوەستێتە سەر جۆری شلە بەکارهێنراوەکەش.



وێنە (5-10) ڕووی تەنك

هەموو ئەو دیاردەو تاقیکردنەوانەی پێشتر باسکران ئەوە دەسەلمێنن کە ئەو پەردە توندبووەی ڕووی شلە دادەپۆشێت، هێز دەخاتە سەر هەر هێڵێك لە ڕووەکەدا بێت، ئەم هێزەش دەکەوێتە ڕووتەختی شلەکەو لە ئەنجامی یەکتر کێشکردنی گەردەکانی ڕووی شلەکەوە پەیدا دەبێت، ئەگەر ڕووەکە تەخت بێت، ئەوا ئەو هێزەی بە ئاڕاستەیەك دەکەوێتە سەر هەر هێڵێك لە ڕووی شلەکەدا دەکاتە ئەو هێزەی دەکەوێتە سەر هەمان

هێل بە ئاراستەی پێچەوانە، لە ئەنجامدا رووی شلەکە هاوسەنگ دەبێت بە داخراوی دەمێنێتەوەو هەڵناتلیشێت، وێنە (5-11).



وێنە(5-11) ئەو هێزانەی دەکەونە سەر هێلێکی خەیاڵی لەرووی شلەیەکدا

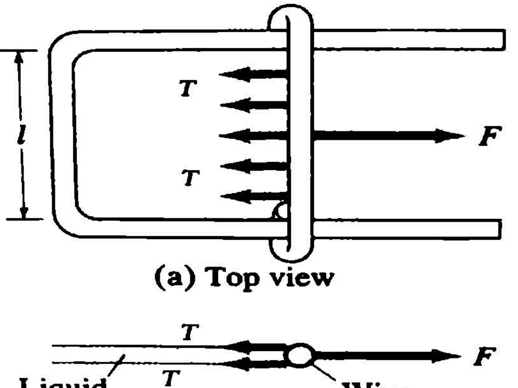
بە بڕی ئەو هێزەی بە ئەستوونی دەکەوێتە سەر یەکەی درێژی هەر هێڵێك لە رووی شلەیەکدا، دەگوترێ توندی رووی surface tension (T).

$$T=\frac{F}{L} \quad ...... (5\text{-}1)$$

F ئەو هێزەیە لە سەرانسەری هێڵەکە کە درێژیەکەی (L)ە کاردەکات.

یەکەی توندی رووی لە دابەشکردنی یەکەی هێز بەسەر یەکەی درێژی دەردەچێت، کەواتە یەکەی توندی رووی دەبێتە N/m یان dyn/cm.

بۆ زێدە تێگەیشتن، سەرنجبدە وینە (5-12) تیایدا رەخساندێکی شێوە (U)ە. بە پەردەیەکی تەنکی شەلەیەك دابۆشراوە. لە ئەنجامی روو توندی، هێزێك F پێویست دەبێت بۆ راکێشان و جولاندنی تەلە بزۆکەکەو لە ئەمەوەش بۆ زیادکردنی رووبەری شلەکە.



وێنە (5-12)دەزگایەك لە تەلێکی شێوە U، پەردەیەکی تەنکی لە شلەیەك هەڵگرتووە، بۆ پێوانی توندی رووی بەکاردێت. a) دیمەنی سەرەوەی. b) دیمەنی رۆخی.

ئەم شلەیەی لەناو ئەم دەزگایە تەلیە هەڵگیراوە بە شێوەی پەردەیەکی تەنکە، دوو رووی هەیە، رووی سەرەوەو رووی بنەوە. بۆیە ئەو پەردە تەنکەی، لە وێنە (5-12)دا کاتێك رووبەرەکەی زیاددەکرێت، درێژیەکەی بە($2L$)دادەندرێت.

$T=\frac{F}{2L}$ (ڕوو توندی) .... (5-2)

بە دەزگایەکی وەها، ڕوو توندی شلە جیاجیاکان دەپێورێت. خشتەی (5-1) ڕوو توندی هەندێ شلەی تێدایە، دەبینێت پلەی گەرمی کاریگەری بەرچاوی لەسەر ڕوو توندی هەیە. ڕوو توندی ئاو لە 20^0c دەکاتە $0.072N/m$.

Surface Tension of some substances

ماددە Substance		توندی ڕوویی Surface Tension (N/m)
جیوە	Mercury (20°C)	0.44
خوێن بە گشتی	Blood, whole (37°C)	0.058
خوێن پلازما	Blood, plasma (37°C)	0.073
ئەلکهول ئەسیلین	Alcohol, ethyl (20°C)	0.023
ئاو	Water (0°C)	0.076
	(20°C)	0.072
	(100°C)	0.059
بینزین	Benzene (20°C)	0.029
گیراوەی سابوون	Soap solution (20°C)	≈0.025
ئۆکسجین	Oxygen (−193°C)	0.016

خشتەی (5-1) ڕووتوندی چەند شلەیەك

هێزی T کە کار لە تەلە بزۆکەکە دەکات و لە ئەنجامی ڕوو توندی پەیدا دەبێت، هەوڵدەدات ڕووبەری ئاڵقەکە کەمبکاتەوە. بەڵام بۆ ئەوەی ئەم تەلە بزۆکە نەجوولێت و هاوسەنگ ڕابگیرێت پێویستە هێزی F بخرێتە سەری کە دەکات $F=2LT$. L درێژی تەلە بزۆکەکەیە.

ئەگەر تەلە بزۆکەکە لەسەرخۆ بۆ لادانی S بۆ مەبەستی زیادکرنی ڕووبەری چینە تەنکەکە ڕابکێشرێت، ئەوا بری هێزەکە لە ماوەی زیادکردنی ڕووبەری چینە تەنەکە بە نەگۆڕی دەمێنیتەوە، چونکە ئەم چینە تەنکانە سیفەتی جیریان نیە زیادبوونی ڕووبەر لە ئەنجامی خلیسکانی گەردەکانی چینەکە بەسەر یەکتری ڕوودەدات. لەم ڕاکێشانە، ئیش بەرێدەکریت، بری ئەو ئیشەی بەرێدەکریت بۆ جووڵاندنی تەلە بزۆکەکە دەکاتە:

$$W=FS=2LST \quad ..... (5\text{-}3)$$

بەڵام بری زیادبوون، لە ڕووبەری چینە تەنکەکە بۆ هەردوو دیوی چینەکە(سەرەوەو بنەوەی) دەکاتە: $A=2LS$

کەواتە بری ئیشی بەرێکراو دەکاتە:

$$W=AT \Rightarrow T=\frac{W}{A} \quad ...... (5\text{-}4)$$

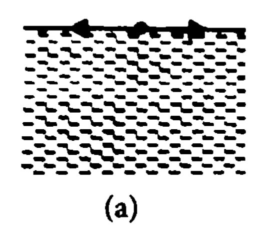
لە ئەمەوە دیاردەكەوێت كە توندی ڕوویی دەتوانرێت بە بڕی ئیشی بەڕێكراو بۆ یەكەی ڕووبەر بپێورێت لە كاتی زیادكردنی ڕووبەری چینەكە.

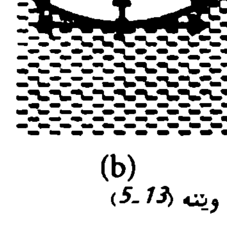
كەواتە یەكەی پێوانی توندی ڕوویی دەتوانرێت بە J/m^2 یان erg/cm^2 بپورێت.

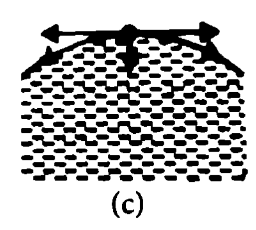
ڕووی هەر شلەیەك لە ژێر توندی بێت، هەوڵی ئەوە دەدات تا لە توانای دابێت بچێتەوەیەك تاكو ڕووبەرەكەی بچووكترین دەبێت. ئەو پەردە (چینە) تەنەكەی لە وێنە (5-12) پێشاندراوە دەچێتەوەیەك تا ڕووبەرەكەی دەبێتە سفر، لەبەر هەمان هۆ، دڵۆپی شلە ئەو شێوە وەردەگرێت كە ڕووبەرەكەی بچووكترین بێت، واتە شێوەی گۆیی وەردەگرێت بە مەرجێك بە كاریگەری كێشی خۆی شێوە گۆییەكەی تێكنەچێت.

(5-3) جیاوازی پەستان لە نێوان دوو دیوەكەی ڕووی شلەیەك

Pressure Difference Across a Liquid Surface


(a)


(b)


(c)

وێنە (5-13)

a) ئەگەر ڕووە سەربەستەكەی شلەكە پان(تات) بێت (*plane*) وێنە (*5-13a*)، ئەوا بەرئەنجامی ئەو هێزانەی كە لە توندی ڕووییەوە پەیدا دەبن و كار لە گەردێكی ڕووەكە دەكەن، دەبێتە سفر.

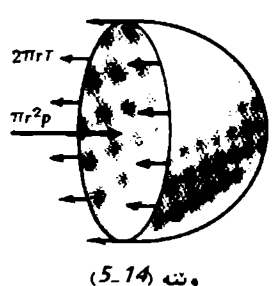
b) ئەگەر ڕووە سەربەستەكەی شلەكە قوپاو بێت (*concave*). وێنە (5-13*b*). ئەوا بەرئەنجامی ئەو هێزانەی كە لە توندی ڕووییەوە پەیدا دەبن و كار لە گەردێكی ڕووكە دەكەن، بە شاولی بەرەو سەر كاردەكات.

C) ئەگەر رووە سەربەستەکەی شلەکە، قۆقز بێت (*convex*). وێنە (*5-13c*) ئەوا بەرئەنجامی ئەو هێزانەی کە لە توندی روویەوە پەیدادەبن و کار لە گەردیکی رووکە دەکەن، بە شاولی بەرەو خوار کاردەکات (بۆ ناوەوەی شلەکە).

5-4) زیادە پەستان لە ناوەوەی دڵۆپێکی شلەدا

Excess Presser Inside a Liquid Drop

رووی شێوە گۆییەکەی دڵۆپی شلە قۆقز دەبێت، گەردەکانی نزیک رووی دڵۆپەکە، لە ئاکامی توندی روویییەوە، تووشی هێزێکی بەرئەنجام دەبن بەرەو ناوەوەی دڵۆپەکە کاریانتێدەکات، ئەمەش وا دەکات ئەو زیادە پەستانەی لە ئەنجامی توندی روویییەوە پەیدادەبێت لە ناوەوەی دڵۆپەکە کەمێك لە چاو پەستان لە دەرەوەیدا زیاتر بێت. لێگەڕێ بڕی ئەو زیادە پەستانەی لە ناوەوەی دڵۆپێکی شلەیەکدا پەیدا دەبێت بە گوێرەی پەستانی دەرەوەی بکاتە P . سەرنج بدە بە وێنەی (*5-14*). تیایدا نیوەی دڵۆپێکی گۆیی پیشاندراوە، ئەم هێزانەی کار لەم نیوە دڵۆپە دەکەن لە لایەن نیوەکەی تری دڵۆپەکەوە ئەمانەن. (دابنێ نیوە تیرەی گۆیەکە (r) بێت).



وێنە (*5_14*)

1- ئەو هێزەی بە ئاڕاستەی راست کە لە ئەنجامی زیادە پەستان پەیدا دەبێت و کار لە رووبەری بڕگەی ئەم نیوە دڵۆپە دەکات. $= P(\pi r^2)$

2- ئەو هێزەی بە ئاڕاستەی چەپ کە لە ئەنجامی توندی رووی پەیدا دەبێت. کار لە چێوەی بڕگەی هەمان نیوە دڵۆپ دەکات لە لایەن نیوەکەی تریەوە. $= 2\pi r T$

ئەم نیوە گۆیە لە ژێر کاریگەری ئەم دوو هێزە هاوسەنگە.

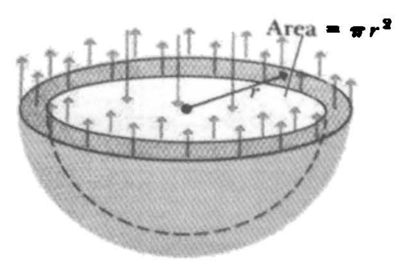
$$P\pi r^2 = (2\pi r)T$$

$$\therefore P = \frac{2T}{r} \quad ...... (5-5)$$

(5-9) زیادە پەستان لە ناوەوەی بڵقی سابووندا

Excess Pressure Inside a Soap Bubble

بڵقی سابوون دوو رووی گەیشتووی بە هەوای هەیە، وێنە (5-15) رووێکیان لەناوەوەی بڵقەکە ئەویتریان لە دەرەوەیدا، هەر نیوە بڵقێك لە ژێر کاریگەری دوو هێز هاوسەنگە.



وێنە(5-15) برگەی بڵقێکی سابوون، دوو رووەکەی چینە تەنکەکەی شلەکەو هەوای ناوی پیشاندەدات.

1- ئەو هێزەی لە زیادە پەستان پەیدا دەبێت، کار لە رووبەری برِگەکەی نیوە بڵقێکیان دەکات. $= P\pi r^2$

2- ئەو هێزەی لە ئەنجامی توندی رووی پەیدا دەبێت و کار لە چیوەی برِگەی هەمان نیوە بڵق دەکات بە ئاراستەی پێچەوانە لەلایەن نیوەکەی ترەوە. $= 2(2\pi r)T$

$$\therefore P\pi r^2 = 2(2\pi r)T$$

$$P = \frac{4T}{r} \quad .... (5-6)$$

دەبینیت زیادە پەستان لە ناوەوەی دڵۆپەی شلەیەك یان لەناوەوەی بڵقێك، بە پێچەوانە دەوەستێتە سەر نیوە تیرەکەی $P \propto \frac{1}{r}$. بۆیە ئەو پەستانەی پێویستە بۆ دروستکردنی بڵقی زۆر بچووك، گەورەیە. ئەمەش ئەوە لێکدەداتەوە، بۆ لە سەرەتا گەورەکردنی پالوونێکی منداڵان پەستانێکی زۆری فووکردنی هەوای دەوێت، بەڵام کە بالوونەکە گەورە دەبێت، پەستانێکی کەمی فووکردنی هەوای بۆ گەشەکردنی

دەوێت.

نموونە:

ئایا پەستان لە ناوەوەی بڵقێکی بچووکی هەوا نیوە تیرەکەی ($10^{-4}m$) بێت و بە ئاستەم لە ژێر ڕووی ئاودا بێت چەندە؟ توندی ڕوویی ئاو $70\times10^{-3}N/m$، پەستانی ئەتمۆسفیر = $1.012\times10^{5}\ N/m^2$

شیکار:

بڵقەکە تەنها یەك ڕووی بە ئاو گەیشتووە، بۆیە ئەو زیادە پەستانەی لە توندی ڕوویییەوە پەیدا دەبێت دەکاتە $P=\frac{2T}{r}$

$+P$ پەستانی ئەتمۆسفیر = پەستانی گشتی هەوای ناو بڵقەکە.

$+\frac{2T}{r}$ پەستانی ئەتمۆسفیر =

$$=1.012\times10^{5}+\frac{2\times70\times10^{-3}}{10^{-4}}$$

$$=1.026\times10^{5}\ N/m^2$$

نموونە:

پەستانی هەوا لەناو بڵقێکی گیراوەی سابوونی تیرە $7\times10^{-3}m$، بە بڕی پەستانی $8\times10^{-3}m$ ئاو لە پەستانی ئەتمۆسفیر زیاترە. ئایا توندی ڕوویی ئەم گیراوە سابوونە چەندە؟

شیکار:

ئەم بڵقە دوو ڕووی (ناوەوەو دەرەوەی) بە هەوا گەیشتوون، بۆیە زیادە پەستان لەناو بڵقەکە دەکاتە: $P=\frac{4T}{r}$

بەڵام ئەم زیادە پەستانە دەکاتە پەستانی ستونێك ئاو بەرزاییەکەی $8\times10^{-3}m$ بێت. (ρgh)

$$\therefore \rho gh=\frac{4T}{r}$$

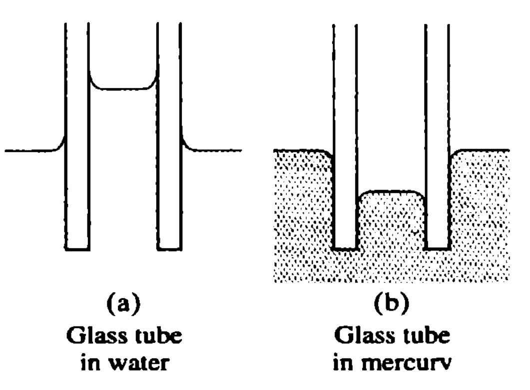
$$T=\frac{\rho gh\,r}{4}$$

$$T=\frac{1000\times9.8\times8\times10^{-3}\times3.5\times10^{-3}}{4}$$

$$=68.6\times10^{-3}N/m$$

(5-6) سیفەتی موویین Capillarity

ئەگەر بۆڕیەکی شووشەیی تیرە زۆر بچووك (بە بۆڕیەی تیرە زۆر بچووك دەگوترێ بۆڕیەی موویین Capillary Tube) بە شێوەیەکی شاولی لەناو شلەیەکدا رابگیرێت، دەبینین ئەگەر شلەکە دیواری بۆڕیەکە تەڕ بکات، وەك ئاو، ئەوا ئاستی شلەکە لەناو بۆڕیەکەدا بەرزتر دەبێت لە چاو ئاستەکەی لە دەرەوەی بۆڕیەکەدا، رووی شلەکەش لەناو بۆڕیەکەدا چاڵدەبێت. (concave)، وێنە (5-15a). بەڵام ئەگەر شلەکە دیواری بۆڕیەکە تەڕ نەکات، وەك جیوە، ئەوا ئاستی شلەکە لەناو بۆڕیەکەدا نزمتر دەبێت لە چاو ئاستەکەی لە دەرەوەی بۆڕیەکەدا، رووی شلەکەش لەناو بۆڕیەکەدا قۆقز دەبێت Convex. وێنە (5-15b).



بۆڕی شووشە لەناو ئاودا   بۆڕی شووشە لەناو جیوەدا
وێنە (5-15 a, b) سیفەتی موویین

<u>بە بەرزبوونەوە یان نزمبوونەوەی شلەکان لەناو بۆڕیە موویینەکاندا دەگوترێ سیفەتی موویین (capillarity).</u>

ئەم دیاردانەش بە هۆی سیفەتی موویین روودەدەن.

هەڵمژینی مەرەکەب لەلایەن کاغەزی وشککردنەوە (الورق النشاف)، هەڵمژینی ئاو لەلایەن خاولییەوە، گواستنەوەی گیراوەی خۆراك لە رەگی رووەکەوە بۆ گەڵاکانی، بەناو بۆڕیە موویینەکان لە قەدی رووەکەکە، ئەو دەزوولەی بەسەر رۆخی جامە ئاوێك تێپەڕدەبێت، ئاوی جامەکە بەناو دەزوولەکەدا بەسەر رۆخی جامەکە تێپەڕ دەکات و دەڕژێتە دەرەوەی جامەکە، بەرزبوونەوەی نەوت لە فتیلی سۆبەکان و چراکاندا. لە هەموو ئەم نموونانەدا شلەکان بەپێی سیفەتی موویین بەناو ئەو ڕێڕەوە تەسکانەی لە نێوان ریشالەکاندا هەیە بەرز دەبنەوە.

هۆی بەرزبوونەوە یان نزمبوونەوەی شلەکان بەناو بۆڕیە تیرە بچووکەکاندا (مویینەکاندا)، دەگەڕێتەوە بۆ جیاوازی نێوان هیزی پێکنووسان و هێزی خۆنووسان لەنێوان گەردەکانی شلەکەو گەردەکانی بۆڕیە مویینەکە.

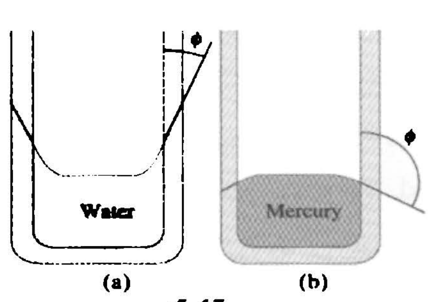
a) بۆ ئەو شلانەی بۆڕیەکە تەڕ دەکەن، وەك ئاو، هێزی پێکنووسان لە نێوان گەردەکانی شلەکەو گەردەکانی بۆڕیەکە زۆرترە لە هێزی خۆنووسان لەنێوان گەردەکانی شلەکە خۆی، بۆیە هێزی بەرئەنجام لەسەر هەر گەردێکی نزیك دیواری بۆڕیەکە، بە ئاڕاستەی دیواری بۆڕیەکە دەبێت، ئەمەش دەبێتە هۆی ئەوەی گەردەکانی شلەکە بە دیواری بۆڕیەکەوە بنووسێن و تەڕیبکەن و پیایدا هەڵگەڕێن، ئەم هەڵگەڕانەش وادەکات رووبەری رووی شلەکە لەناو بۆڕیەکەدا فراوان و رووچاڵبێت، ئەم فروانیەی رووبەرەش لەگەڵ سیفەتی توندی روویی رێکناکەوێت، کە دەیەوێت رووی شلە کەمترین رووبەر داگیر بکات، لەبەرئەوە، شلە لەناو بۆڕیەکەدا رووبەری رووە چاڵەکەی کەمدەکاتەوەو هەوڵدەدات روونێکی تەختی هەبێت، لە ئەنجامدا رووی شلە لەناو بۆڕیەکەدا بەرزدەبێتەوە ستوونی ئاوەکەش لەناو بۆڕیەکەدا رادەکێشێت و بەرزی دەکاتەوە. ئەم کردارە دووبارە دەبێتەوە (تکرار)، تا لە حالەتێکدا دەوەستێت، تیایدا ئەو هێزە بەرەو سەرەی کار لە ستوونی شلەی ناو بۆڕیەکە دەکات کە لەئەنجامی توندی رووی شلەکە بەدرێژایی چێوەی بۆڕیەکە پەیدا دەبێت، یەکسان دەبێت بە کێشی ستوونە شلەکە لەناو بۆڕیەکەدا.

b) بۆ ئەو شلانەی بۆڕیەکە تەڕناکەن، وەك جیوە، لە ئەم شلانەدا هێزی خۆنووسانی نێوان گەردەکانی شلەکە خۆی، زیاترە لە هێزی پێکنووسانی نێوان گەردەکانی شلەکەو گەردەکانی بۆڕیەکە.

بۆیە هێزی بەرئەنجام بۆ سەر هەر گەردێکی نزیك دیواری بۆڕیەکە بۆ ناوەوەی شلەکە دەبێت، ئەمەش دەبێتە هۆی ئەوەی رووی شلەکە لەناو بۆڕیەکەدا شێوەی قۆقزبێت. رووبەرەکەشی فراوان بێت، ئەم فراوانبوونی رووبەرە لەگەڵ سیفەتی توندی روویی ناگونجێت، بۆیە رووە قۆقزەکەی شلەکە لەناو بۆڕیەکەدا، رووبەرە قۆقزەکەی کەمدەکاتەوەو کووڕیەکەی کەم دەکات، لە ئەنجامدا ستوونی شلەکە لەناو بۆڕیەکەدا

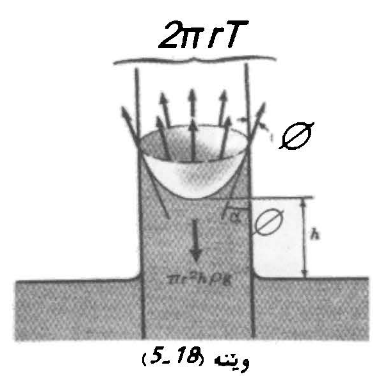
بەرەو خوار پاڵدەدات، ئاستەکەی نزمتر دەبێت لە چاو ئاستی شلەکە لە دەرەوەی بۆڕیەکەدا، ئەمەش چەند جارە دەبێتەوە هەتا ئەو هێزەی لە پەستانی شلەکەوە پەیدا دەبێت یەکساندەبێت بە هێزی توندی ڕوویی شلەکە بە درێژایی چیوەی بۆڕیەکە.

لە وێنە (5-17*a*). ئاو ڕووی شووشە تەڕ دەکات، ڕووەکە چاڵدەبێت، بە گۆشەی ∅ دەگوترێ گۆشەی پێکگەیاندن angle of contact، پێوانەکەی لە 90^o کەمتر دەبێت. لە وێنە (5-17*b*) جیوە ڕووی شووشە تەڕ ناکات، ڕووەکەی قۆقز دەبێت بە گۆشە∅دەگوترێ گۆشەی پێکگەیاندن، پێوانەکەی لە 90^oزیاتر دەبێت.



وێنە (5_17)
a- ئاو ڕووی شلە تەڕدەکات. *b*- جیوە نە.

وەك باسمان کرد، شلەی وەك ئاو لە بۆڕیە موییەکاندا سەردەکەوێت هەتا ئەو هێزەی لە توندی ڕوویەوە بە درێژایی چیوەی بۆڕیەکە پەیدا دەبێت یەکساندەبێت بە کێشی شلە بەرزبۆوەکە لەناو بۆڕیەکەدا.



وێنە (5_18)

$\therefore\ F = W$

زەین بە وێنە (5-18) بدە، ئەو شلەی لەناو بۆڕیەکەدا هەیە تا بەرزی *h* لە سەرووی ئاستی شلەی دەرەوەیە. دوو هێز کار لە ستوونە ئاوە بەرزبۆوەکە دەکەن.

1) تاودانی زەوی× چڕی بارستەیی× قەبارە= کێشی خۆی بەرەو خوار

$$W = (\pi r^2 h) \times \rho_m \times g \ldots.$$

2) پێکنەری شاولی توندی ڕوویی بەدرێژایی چێوەی بۆڕیەکە= $F = (2\pi r) T\cos\Phi$

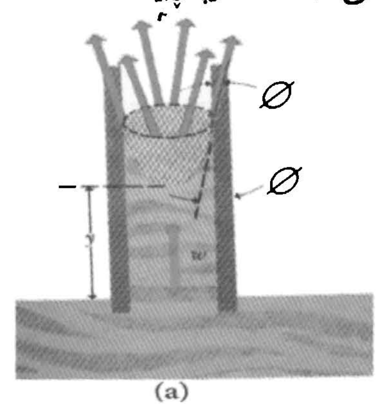
$$\therefore \pi r^2 h \rho_m g = 2\pi r T\cos\Phi$$

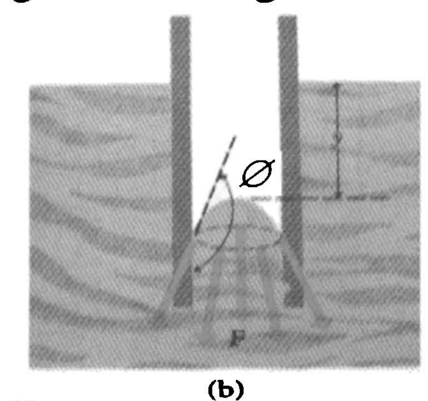
$$h=\frac{2T\cos\emptyset}{\rho_m\, g r} \quad ..... (5\text{-}7)$$

لە هاوکێشەی (5-7). دیاردەکەوێت، کە بڕی بەرزبوونەوە یان نزمبوونەوەی شلە لە بۆڕیە مووینەکاندا دەوەستێتە سەر:

1. جۆری شلەکە.
2. توندی ڕوویی شلەکە.
3. نیوەتیرەی بۆڕیەکە بە پێچەوانە.

توندی ڕوویی بە بەرزبوونەوەی پلەی گەرمی کەمدەکات، بۆیە بەرزبوونەوە یان نزمبوونەوەی شلە لە بۆڕیە مووینەکان بە بەرزبوونەوەی پلەی گەرمی کەمدەکات. هەر لەبەر ئەوەشە، ئاوی گەرم بۆ شوشتنی جلکان بەکاردیت. چونکە گرژی ئەو پەردە تەنکەی ڕووی ئاوەکە دادەپۆشێت لاواز دەبێت و توندی ڕوویی کەمدەکات، لە ئاکامدا ئاوەکە دەتوانی لە نێوان ڕیشاڵەکانی قوماشی جلکەکە تێپەڕبێت.





وێنە(5-19)

هێزەکانی توندی ڕوویی لەسەر شلەیەك لەناو بۆڕیەکی مووینددا.

a) شلەکە بەرزدەبێت ئەگەر $\emptyset < 90^{o}$. b) پاڵدەدرێت بەرەو خوار ئەگەر $\emptyset > 90^{o}$

سوودە کرداریەکانی توندی ڕوویی

a) لە چرا نەوتیەکاندا: نەوت لە فتیلەکانیان بە سیفەتی توندی ڕووی بەرزدەبێتەوە (سیفەتی مووین).

b) درەختەکان خواردەمەنیان لە زەویەوە دەستدەکەوێت بەهۆی سیفەتی مووین.

c) کرداری هەڵمژین لەلایەن کاغەزی وشکردنەوە بە سیفەتی مووین لێکدەدرێتەوە.

d) دڵۆپەکانی باران گۆیین لە ئەنجامی توندی روویەوە.
e) سابوون توندی رووی ئاو کەمەدەکاتەوە، ئەمەش وادەکات باشتر بە رووە چەورەکان بگات و خاوێنیان بکاتەوە.

نموونە:

توندی رووی شلەیەك حسێبکە، کە $50cm$ لە بۆڕیەکی تیرە $0.04mm$ بەرزدەبیتەوە. چڕی بارستەیی شلەکە $0.8gr/cm^3$ و دابنێ گۆشەی پێکگەیاندنی 20^oیە.

شیکار:

$\emptyset = 20^o$, $h=0.5\ m$, $r = 0.02 \times 10^{-3}\ m$, $\rho_m = 800kg/m^3$

$$h = \frac{2T\cos\emptyset}{\rho_m\, g r}$$

$$T = \frac{\rho_m g r h}{2\cos\emptyset} = \frac{800\times9.8\times0.02\times10^{-3}\times0.5}{2\cos20^o}$$

$$T = \frac{0.0784}{2\times0.9397} = 0.0417\ N/m$$

نموونە:

بۆڕیەکی موویینی شووشەیی تیرە $0.4mm$ بە شاولی وەستاوە، لایەکی لەناو جیوە نقوومکراوە، چەند جیوەکە لەناو بۆڕیەکە بەرەو خوار نزمدەبێتەوە لە چاو ئاستەکەی لە دەرەوەیدا. ئەگەر زانیت، $\rho_r = 13.6$ وە گۆشەی پێکگەیاندن 130^o وە توندی رووی $490dyn/cm$ بێت.

شیکار:

$r=0.2mm = 0.2 \times 10^{-3}m$

$\rho_m = \rho_r \times \rho_W = 13.6 \times 1000kg/m^2 = 13600kg/m^3$

$\cos\emptyset = \cos 130 = \cos(180-50) = -\cos 50^o$

$= -0.6428$

$T = 490\ dyn/cm = 0.49\ N/m$

$$h = \frac{2T\cos\emptyset}{\rho_m g r} = \frac{2\times0.49\times(-0.6428)}{13600\times9.8\times0.2\times10^{-3}} =$$

$h = -0.0236m = -2.36\ cm$

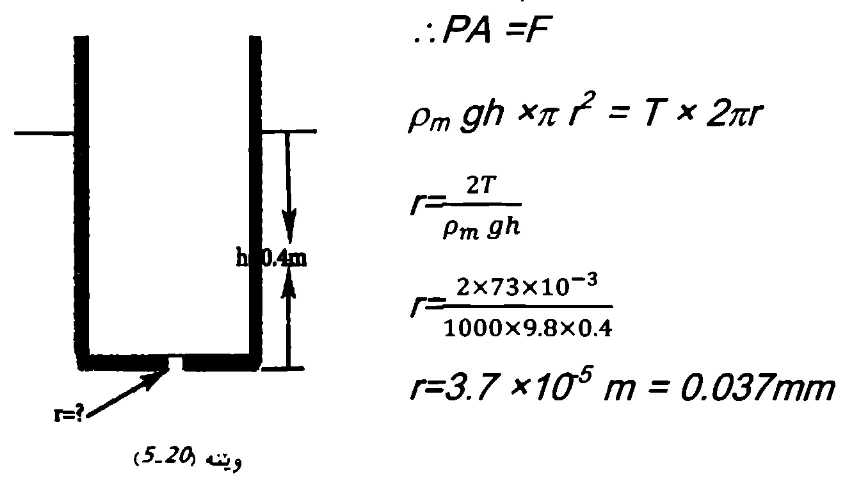
نموونە:

کونێکی بچووکی بازنەیی لە بنی قاپێکی لوولەیدا هەیە قاپەکە بە شاولی بۆ قوولی $0.4m$ لە ئاودا نقوومکرا ئینجا ئاوەکە توانی بەناو کونەکەوە بچێتە ناوەوەی قاپەکە. نیوەتیرەی ئەم کونە بدۆزەوە.

بارستە چڕی ئاو $= 1000kg/m^3$ توندی ڕوویی $= 73 \times 10^{-3}\ N/m$

شیکار:

لە ئاکامی توندی ڕوویی، پەردەیەکی تەنکی ئاو کونەکە دەگرێت، ناهێڵێت ئاو بەناویدا تێپەربێت، هەتا ئەو هێزەی لە پەستانی ئاوەکە پەیدا دەبێت و دەکەوێتە سەر پەردەکە یەکسان (گەورەتر) دەبێت بەو هێزەی لە توندی ڕوویی بە درێژایی چیوەی کونکە پەیدا دەبێت، ئینجا پەردەکە دەدڕێت و ئاوەکە هێرشی ژوورەوە دەکات.



$$\therefore PA = F$$

$$\rho_m gh \times \pi r^2 = T \times 2\pi r$$

$$r = \frac{2T}{\rho_m gh}$$

$$r = \frac{2 \times 73 \times 10^{-3}}{1000 \times 9.8 \times 0.4}$$

$$r = 3.7 \times 10^{-5}\ m = 0.037mm$$

وێنە (5_20)

ئاوی باران بەناو کونۆچەکانی قوماشی چەترو جادر و ڕەشماڵەکان ناچێتە ژوورەوە، چونکە بەپێی سیفەتی توندی ڕوویی، پەردەی تەنك لە ئاو کونۆکەکانی قوماشەکە دەگرن.

پرسیارو ڕاهێنان

پرسیار

پ1: پێکنووسان و خۆنووسان پێناسەبکە.

پ2: بۆ ئەلکهول بە توولێکی شووشەوە هەڵدەواسرێت، کەچی جیوە پێی هەڵناواسرێت؟

پ3:توندی ڕوویی پێناسبکەو یەکەکانی پێوانی بڵێ، بە دوو نموونە ڕوونیبکەوە.

پ4: بسەلمێنە کە توندی ڕوویی بە یەکەی ئیش دابەش یەکەی ڕووبەر دەپیورێت.

پ5: کاتێك فلچەی ڕیش تراشین، لە ئاودا نقوومدەکرێت مووەکانی لەیەکتری بڵاودەبنەوە. کە دەردەهینرێت بەیەکتری دەنووسێن بۆچی؟

پ6:هاوکێشەیەك دەربهێنە بۆ حسێبکردنی زیادە پەستان لەناو:

a) بلقێکی گۆیی سابووناو *b)* دڕۆپێکی گۆیی شلە.

پ7: ئەو هۆکارانە چین کە دەبن بە هۆی کەمکردنەوەی توندی ڕووی شلەیەك؟

پ8: دەرزیەك بە ئاسۆیی لەسەر ڕووی ئاو دانراوە. چی ڕوودەدات کاتێك گیراوەی سابوون دەخرێتە ئاوەکە. بۆچی؟

پ9:چی شێوەی ڕووی شلە دیاریدەکات ئەگەر ڕووچاڵ یان قۆقز بێت

پ10:ئاو لە بۆڕیەی مووینەدا بەرزدەبێتەوە، ئەم هۆکارانە چ کاریگەریان دەبێت لەسەر بەرزبوونەوەی ئاو. *a)* درێژکردنەوەی بۆڕیەکە. *b)* کەمکردنەوەی تیرەکەی. *c)* بەرزکردنەوەی پلەی گەرمی.

پ11:بۆچی ساچمە (گۆی قورقشم) بە تێپەرکردنی تواوەی قورقشم بەناو بێژینگێك و پرژاندنی بەناو ستوونێکی هەوای سارد دروستدەکرێت؟

پ12:بۆچی ئاستی جیوە لەناو بۆڕیە مووینەکاندا دادەبەزێت لە چاو ئاستەکەی لە دەرەوەی بۆڕیەکەدا؟

پ13:بۆچی بۆ لابردنی پەڵە ڕۆن، بەنزین بەکاردەهێنرێت؟

پ14:بۆ لەناوبردنی کرمۆکەکانی مەلاریا، گۆماوەکان بە ماددەیەکی دیاریکراو دەرشێندرێت.

پ15: بۆ ئاوی باران بەناو چەتر تێپەڕنابێت. بەڵام ئەگەر پەنجە بە دیوی ناوەوەی چەترەکە بنرێت. ئاوەکە بە شوێنی پەنجەکە تێپەردەبێت. ئەمە ڕوونبکەوە.

پ16: ئەگەر بتوانرێت دوو بڵقی سابوون نیوە تیرەکانیان $1cm$ و $2cm$ بەهۆی بۆڕیەکەوە بەیەکتری بگەیندرێن، وێنە (5-21) چی بەسەر ئەم دوو بڵقە دێت، بۆچی؟

وێنە (5-21)

ڕاهێنان

پ1: بڕی ئەو زیادە پەستانەی کە لە ئەنجامی توندی ڕوویەوە لەناو دڵۆپێکی جیوە، تیرەکەی $4mm$ لە 20^oc پەیدا دەبێت، حسێبکە. (توندی ڕوویی جیوە لەم پلە گەرمیەدا ($465dyn/cm$)ە.

وەڵام: $465N/m^2$

پ2: بڕی زیادە پەستان لەناو بڵقێکی سابوونی تیرە $7cm$ بدۆزەوە. توندی ڕوویی گیراوەی سابوون = 25×10^{-3} N/m

وەڵام: $2.857N/m^2$

پ3:زیادە پەستان بدۆزەوە: a) لەناو دڵۆپە ئاوێکی نیوەتیرە $1.5mm$ .b) لەناو دڵۆپە ئاوێکی نیوەتیرە $0.01mm$. (ئەمەیان بەنموونەی دڵۆپە ئاوەکانی تەمومژە Fog).

وەڵام: a) $97.07N/m^2$ b) $14560.5N/m^2$

وێنە (5-22)

پ4: ئەگەر ئەو هێزەی F بۆ ڕاکێشانی تەلەکە پێویستە لە وێنەی (5-22)دا $5.1\times10^{-3}N$ بێت، توندی ڕووی ئەو شلەی لە ئاڵقەکەدا

قەتیسکراوە حسێبکە، درێژی تەلەکە $L=0.07m$.

وەلام: $0.036N/m$

پ5: ئەو هێزەی تەلەکەی وێنە (22-5) بۆ جوولاندنی پێیدەوێت چەندە؟ ئەگەر ئاڵقەکە لەناو شلەی گیراوەی سابوون نقوومکرابێت و درێژی تەلەکەش $0.182m$ بێت توندی رووی گیراوەکەش $0.025N/m$ بێت.

وەلام: $9.1\times10^{-3}N$

پ6:توندی رووی شلەیەك دیاردەکرێت بە پێوانی ئەو هێزەی F پێویستە بۆ بەئاستەم لێکردنەوەی ئالقەیەکی بازنەیی نیوەتیرە r بە ئاسۆیی لە رووی شلەیەکەوە. $a)$ هاوکێشەیەك بۆ حسێبکردنی T بە دەلالەتی F و r دەربهێنە. $b)$ ئەگەر لە ئەم تاقیکردنەوەدا $F=8.4\times10^{-3}\ N$ و $r=2.8cm$، توندی رووی T ئەم شلەیە چەند دەردەچێت.

وەلام: $a)\ T=\frac{F}{4\pi r}$ $b)\ 0.024N/m$

پ7: درۆپێکی تەمومژ $Fog\ \ drop$، بە مایکرۆسکۆپێکی مایکرۆمەتردار تەماشاکرا، بینرا تیرەکەی دەکاتە $2\times10^{-6}m$. ئەو زیادە پەستانەی لە توندی رووییەوە پەیدا دەبێت لەناو ئەم درۆپەیە بە ئەتمۆسفیر حسێبکە. توندی رووی ئاو لە $20^{o}c$ دەکاتە $0.727\ N/m$, $1atm=1.013\times10^{5}N/m^{2}$

وەلام: $1.43\ atm$

پ8: درۆپێکی جیوەی گۆیی، تیرەکەی $(5\times10^{-4}m)$ە. زیادە پەستان لە ئاکامی توند رووییەوە لەناو ئەو درۆپە چەندە؟ $T_{جیوە}=0.48N/m$ لە $20^{o}c$دا.

وەلام: $3840\ N/m^{2}$

پ9:جیاوازی پەستانی هەوا لە نێوان ناوەوەو دەرەوەی بڵقێکی سابوونی تیرە $6mm$ بدۆزەوە. توندی رووی گیراوەی سابوون دەکاتە $0.06N/m$.

وەلام: $80N/m$

پ10: پەستانی گشتی لە ناوەوەی بڵقێکی هەوای نیوەتیرە $0.1m$ لە ژێر $0.15m$ لە رووی ئاوی ناو قاپێك لە $100^{o}c$ بدۆزەوە.

لە ئەم پلـەیـەدا تـوندی ڕوویی ئاو = $5.9\times10^{-2}N/m$

چڕیەکەی $=958kg/m^3$

پەستانی هەواش$=1.013\times10^5N/m^2$

وەڵام: $1.039\times10^5\ N/m^2$

پ11:بۆڕیەکی موویین نیوەتیرە $0.3mm$ بە شاولی لە ناوئاو وەستێندرا، چـەنـد ئاو لەناو ئەم بۆڕیەدا بەرزدەبێتەوە؟ 0^o=گۆشەی پێکگەیاندن،

$T=7.3\times10^{-2}N/m$ و $\rho_m = 1000kg/m^3$ ،$g=9.8\ Nt/kg$

وەڵام: $50mm$

پ12: لە پرسیارەکەی پێشوو، ئەگەر تـەنها $40mm$ لە بۆڕیەکە لە سەرووی ڕووی ئاوەکە دەرچوویێت، گۆشەی پێکگەیاندن لە کۆتایی سەرەوەی بۆڕیەکە دەبێتە چەند؟ ئایا ئاو بەسەر لێواری بۆڕیەکە دەڕژێت: وەڵامەکەت ڕوونبکەوە.

وەڵام: $\varnothing=36^o$

پ13:ئاڵقەیەك لە تەلێکی پلاتینی چێوە $16cm$، بە ئاسۆیی بۆ ناو شلەی ئەلکهول شۆڕکرایەوە. ئەو زیادە هێزەی پێویستە بۆ دەرهێنانی ئاڵقەکە لە شلەکەدا ($772dyn$)ە. توندی ڕوویی ئەکلهول بدۆزەوە.

وەڵام: $24dyn/cm$

پ14: ئاو لەناو بۆڕیەکی موویین چەند بەرز دەبێتەوە، ئەگەر تیرەکەی $0.02cm$ و توندی ڕوویی ئاو $0.073N/m$ و گۆشەی پێکگەیاندن 0^o بێت؟

وەڵام: $14.8\ cm$

بەشی شەشەم Chapter 6

جوولەی شلگازەکان

Motion of Fluids



ئەمە وێنەی ئۆتۆمبیلێکە لەناو توونێلێکی بادا، ئەندازیاران بای توندی ئاراستە دەکەن بۆ مەبەستی لێکۆڵینەوەو گەڕان بەدوای شێوەی ئەو پەیکەرانەی ئۆتۆمبێلان کە کەمترین بەرهەڵستی هەوا تووشدێن و خشووکانە بەناویدا دەڕۆن. لە ئەنجامدا کەمترین سووتەمەنی کاردەکەن. لەم بەشەدا سیفەتی شلگازە جوولاوەکان دەخوێنین، ئەو یاسایانە دەخەینەروو کە رەوشتی رۆیینی خۆشۆکانەی شلگازەکان دیاریدەکات. وە هەروەها باسی سیفەتی لینجی شلگازەکازەکان دەکەین.

بەشی شەشەم
جوولەی شلگازەکان
Motion of Fluids

بۆ رکێفگرتنی وزەی ئاوی و دروستکردنی تۆربینی چوست و گواستنەوەی نەوت و دابەشکردنی ئاو بە بۆڕیەکاندا بە کەمترین وزە بەفیرۆچوون، پێویستی بە ئەوە هەیە لە رەفتارو سیفەتەکانی شلە جوولاوەکا تێبگەین، وە هەروەها دزاینی ئۆتۆمبیێل و شەمەندەفەری شـێوە تێخشـاو (*stream line*)، پێویستی بە دراسەت و دیارکردنی ئەو گرفتانە هەیە کە بە جوولەی شلگازەکانەوە پەیوەندن، بە تایبەتی هەوا. تێگەیشتنی بنەماکانی فڕین و چۆنیەتی ئیشکردنی ئامێرو دەزگاکانی فڕۆکەکان، بە کشاندنی یاساو سەرەتاکانی زانستی میکانیك بۆ سەر شلگازە جوولاوەکان دێتەدی. بە زانستی لێکۆڵینەوە لە جوولەی شلگازەکان دەگوترێ داینامیکی شلگازەکان *Fluid dynamics* وە ئەگەر شلگازەکە ئاو بێت پێی دەگوترێ هایدرۆداینامیك (*hydrodynamics*).

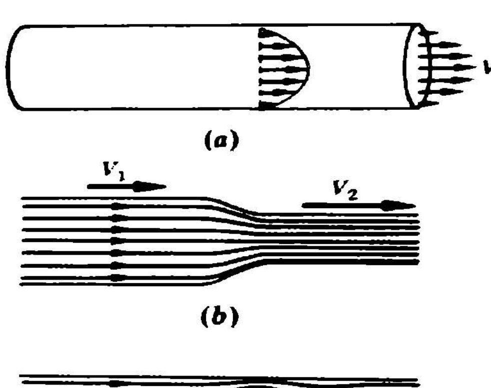
لە بەشەکانی پێشتر، سیفەتەکانی شلەی وەستاومان خوێند، کە بە چەند بیرۆکەیەکی سادەو ئاسان روونکراونەتەوە. وەك بیرۆکەی پەستان و چری و دەستووری ئەرخەمیدس و تەنە سەرکەوتەکان و دەستووری باسکال. ئەمانە هەرچەندە بایەخی خۆیان هەیە، بەڵام کاتێك دراسەتی شلگازە جوولاوەکان دەکەین رەوشت و رەفتاری نوێ دیاردەکەون، بە تێرامانیکی بە ئاگاو وشیار بۆمان روونده‌بێتەوە کە دیاردەکانی شلە جوولاوەکان بە پێی یاساو بنەماکانی زانستی میکانیك لیکدەدرێنەوە. وشەی شلگاز، شلەو گاز دەگرێتەوە، بە کاریدەهێنین کاتێك باسی سیفەتە هاوبەشەکانیان دەکەین.

6-1) خشان رۆیین و شێواو رۆیین

Streamline flow and Turbulent Motion

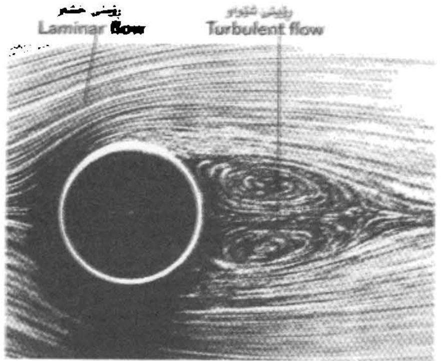
(رۆیشتنی خشان و رۆیشتنی شێواو)

لە وێنە (6-1*a*)دا، شلگازەکە بە یەك پارچە بەناو بۆڕیەکەدا تێپەڕنابێت، ئەوەی ڕوودەدات، ئەو بەشە شلگازەی زۆر نزیکی دیواری بۆڕیەکەیە، بە ئاستەم دەجوولێت. ئـەوەی لـە دیـواری بۆڕیەکـە دوورتـرە جوولەی خێراترە، ئەوەی نزیکی چەقی بۆڕیەکەیـە خێراترینیانـە، تیراسا درێژە جیاوازەکـان خێرایی بەشە جیاجیاکـانی شـلگازەکە دەنـوێنن. ئـەم گۆڕانانـەی خێرایی کە بە پانتایی بڕگەی بۆڕیە ڕوودەدەن، ئـەوە دەگـەیێنێت. کـە چینـە لوولەییـەکانی نـاوەوەتر پـێش چینـە لوولەییـەکانی دەرەوەتـر دەکەونـەوەو بەسـەر یـەکتری دەخشـێن، ئـەم لێکخشـاندنە ناوەکیـەی لـە نێوان چینـە جیاجیاکـانی شـلەی جـوولاودا هەیـە، پێی دەگوترێ لینجی *Viscosity*، ئەمـەش دەبێتە هۆی وزە ونبوون و دابـەزینی پەستانی شلگازە رۆیشتووەکە بە درێژایی ڕێڕەوەکەی.



وێنە(6-1) نموونە لەسەر شێوازە جیاوازەکانی رۆیینی شلگاز لە بۆڕیەکەدا. *a*) دیمەنی خێرایی لە تەنیشتەوە. *c*) خشانە رۆیین. *b*) شێواوە رۆیین.

لە وێنە (6-1*b*)دا، شلگازێك لەسەر خۆو بەردەوام بە ناو بۆڕیـەکی ئاسـۆیی ڕێدەکات، دەبینیـت ڕێـڕەوی تەنۆلەکـەکانی شـلگازەکە یـەکتری نـابڕن، ئـەم ڕێڕەوانـە لـە بڕگـە



وێنە(6-2) ئاوی تێپەڕبوو بەسەر بەربەستێکی لوولەیی رۆیینی خشان و شێواو پیشاندەدات

فراوانەکاندا لە یەکتری دوور و لە تەسکەکاندا لە یەکتری نزیکن.

هەر تەنۆلکەیەك لە خاڵێکی ڕێڕەویکدا ئەگەر خێراییەك و ئاراستەیەکی دیاریکراوی هەبێت، ئەوا هەموو تەنۆلکەکانی، پێش و پاش، ئەم تەنۆلکەیە کاتێك بە هەمان ڕێڕەودا دەڕۆن لەهەمان خاڵدا هەمان خێرایی و ئاراستەیان دەبێت. ئەم جۆرە ڕۆیینە لەسەر خۆو بەردەوامەی شلگاز پێی دەگوترێ خشانە ڕۆیین *Streamline flow*. ئەمەش ڕوودەدات کاتێك خێرایی شلگازەکە زۆر نەبێت و کتوپڕ بڕگەی بۆرییەکە نەگۆڕێت و پێچدانەوەی تیژی تێدا نەبێت.



وێنە (6-3) دووکەڵی جگەرە یەکەم ڕۆیینی، لە بنەوە خشۆکانەیە، ئینجا لەسەرەوە ڕۆیینەکەی شێواو دەبێت.

لە وێنە (6-1*c*). ئەوە پیشاندەدات، چی ڕوودەدات کاتێك شلگازەکە بە خێراییەکی زۆر بە بەربەستێك تێپەڕدەبێت؟ ڕێکی و تەریبی هێڵەکانی ڕێڕەوی تەنۆلکەکانی نامینێت شلگازەکە دەست بە گێژەلوولکە دەکات و ڕێڕەوەکانی تەنۆلکەکانی دەشێوێن و یەکتری دەبڕن.

ئەو ناوچەی کە بەردەوام گۆران لە ڕێڕەوی تەنۆلکەکانی شلگازەکەی تیایدا ڕوودەدات، ناوچەیەکی ڕۆیینی شێواوە *turbulent flow*.

ڕۆیینی شێواو ڕوودەدات کاتێك خێرایی شلگازەکە زۆر بێت، یان بۆرییەکە کتوپڕ تەسکبێتەوە یان تیژ پێچبداتەوە.



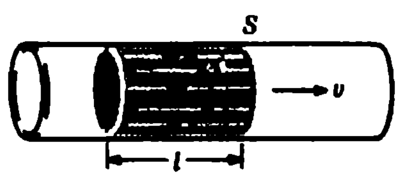
وێنە(6-4)خشانە ڕۆیینی هەوا بە دەوری ئۆتۆمبیلێك لەکاتی تاقیکردنەوەی لە تونێلێکی بادا (wind)

لەبەر ئەوەی ڕۆیینی شێواو دیاردەیەکی ئالۆزە، دراسەت و لێکۆڵینەوەی گرانە، بۆیە لەم بەشەدا تەنها باسی شلگازە نموونەییەکان دەکەین، ئەوانەی ڕۆییینیان خشۆکانەیەو لێکخشاندنی ناوەکیان (لینجی) نیەو ناپەستێورێن، واتە چڕیەکانیان نەگۆڕە.

(6-2) ڕۆیینی شلگاز Fluid Flow

زانینی ئەو یاسایانەی بۆ ڕۆیینی شلگازەکان بەکاردێت، بۆ دابەشکردنی ئاو، نەوت، لە بۆڕیەکاندا زۆر گرنگە. تێکرایی کاتی ڕۆیینی شلە بەناو بۆڕیەکدا بە بڕی قەبارەی ئەو شلە دەپێورێت کە بە بڕگەیەکی بۆڕیەکەدا تێپەڕدەبێت لە یەکەی کاتدا. وەك m^3/S یان $liter/S$.

لە وێنە (6-5)دا، دابنێ، تێکڕایی خێرایی شلەکە لە بڕگەی Sی بۆڕیەکە دەکاتە v. وە ئەو دووریەی (L) شلەکە دەیبڕێت لەماوەی کاتی t دەکاتە $L=vt$. ئەمەش وەك لە وێنەکەدا دیارە دەبێتە درێژی لوولەیەکی خەیاڵی لە شلەکە، کە بەماوەی t بە بڕگەی S تێپەڕبووە، ئەگەر A رووبەری بڕگەی بۆڕیەکە بێت ئەوا قەبارەی شلە تێپەڕبووەکە بە ماوەی t دەکاتە قەبارەی لوولەکە $V=AL=Avt$.

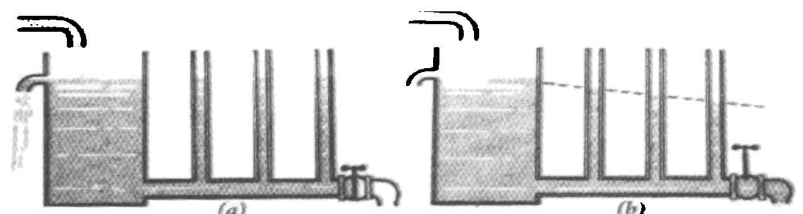


وێنە (6-5) تێکرایی کاتی ڕۆیینی شلە بەناو بۆڕیەکدا

$$\text{تێکڕایی کاتی ڕۆیینی شلە} = \frac{V}{t} = \frac{Avt}{t} = Av \quad .... (6-1)$$

ئەگەر A بە m^2 و v بە m/s ئەوا تێکڕایی ڕۆیینی شلەکە دەبێتە m^3/s.

ئاشکرایە، لە شلەی وەستاودا، پەستان لەسەر ئەو خاڵانەی لە هەمان ئاستی ئاسۆییدان یەکسانن، بەڵام ئەمە بۆ شلە جووڵاوەکان ڕاست نیە. کاتێك شلەیەك بەناو بۆڕیەکی ئاسۆیی بڕگە چۆنیەك دەڕوات ئەوا پەستانی شلەکە بە درێژایی بۆڕیەکەو بە ئاڕاستەی ڕۆیینی شلەکە دادەبەزێت. پەستانی شلەی ڕۆیشتوو لەو شوێنەی بۆی دەچێت کەمترە لە پەستانەکەی لە ئەو شوێنەی لێی هاتووە ئەم هێزەی لە ئەم جیاوازە پەستانە پەیدادەبێت، شلەکە لەناو بۆڕیەکە پاڵدەدات لە دژی لێکخشاندن تا لە ڕۆیین بەردەوامبێت. ئەگەر هێزەکەی لە جیاوازی پەستانەوە پەیدادەبێت، لە لێکخشاندن گەورەتر بێت ئەوا شلەکە بە تاودان لەناو بۆڕیەکە ڕێکەدەکات(دەڕوات).

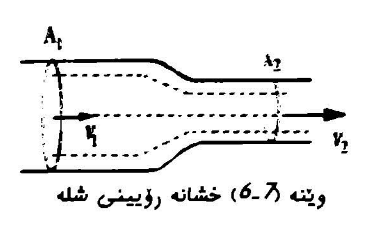


وێنە (6-6). لێکخشاندن دەبێتە هۆی دابەزینی پەستان بە درێژایی ئەو بۆڕیەی شلەی پێدا دەڕوات

لە وێنە (6-6). کە دەرچەکە (valve) داخراوە، ئاو لەهەموو بۆڕیە شاولیەکان بۆ هەمان ئاست بەرزدەبێتەوە، وێنە (6-6a) بەڵام کە دەرچەکە دەکرێتەوەو ئاوەکە دەڕوات(6-6b). ئەوا ئاستی ئاوەکە لەهەر بۆڕیەکی شاولی یەك لە دوای یەك دێتە خوارەوە. ئاماژە بە بەردەوام نشێوبوونەوەی (کەمبوونەوەی) پەستان بە درێژایی بۆڕیەکە دەکات، نشێوبوونەوەی پەستانی شلەی ڕۆیشتوو، بەخێرایی ڕۆیین و لینجی شلەکە بەندە.

6-3) هاوکێشەی یەکبینە ڕۆیین Equation of continuity

لە وێنە (6-7)دا، شلەیەکی نەشیاو بۆ پەستاوتن، خشۆکانە بەناو بۆڕیەکی



وێنە (6-7) خشانە ڕۆیینی شلە

بڕگە گۆڕاوی ئاسۆییدا دەڕوات، بارستەی ئەو بڕە شلەی لە یەکەی کاتدا بەخێرایی v_1 بە بڕگەی ڕووبەر A_1 تێپەڕدەبێت یەکسانە بە بارستەی شلەکە کە بە خێرایی v_2 بە بڕگەی ڕووبەرA_2 لە هەمان کاتدا تێپەڕدەبێت.

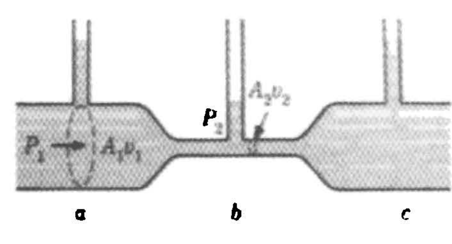
ئەگەر چڕی شلەکە ρ_m بێت، کەواتە:

$$A_1 v_1 \rho_m = A_2 v_2 \rho_m$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad .... \quad (6\text{-}2)$$

بە ئەم هاوکێشە دەگوترێ (هاوکێشەی یەکبینە ڕۆیشتن) کە تیایدا دیاردەکەوێت، خێرایی ڕۆیشتن بە پێچەوانە دەگۆڕێت لەگەڵ ڕووبەری پانە بڕگەی بۆڕیەکەی شلەکەی پێیدا دەڕوات. واتە خێرایی شلەکە لە بڕگە تەسکەکەA_2 زیاترە لەخێراییەکەی لە بڕگە فراوانەکە A_1، ($v_2 > v_1$). هۆی ئەمەش دەگەڕێتەوە بۆ ئەوەی کە پەستانی شلە لە بڕگە تەسکەکە کە خێرایی تیادا زۆرە، کەمترە لە

پەستانی شلەکە لە بڕگە فراوانەکە کە خێرایی تیایدا کەمە. ئەم جیاوازی پەستانە هێزێك دەخاتە سەر شلەکە، بەپێی یاسای دووەمی نیوتن، تاودان بە شلەکە دەدات خێراییەکەی لە بڕگە تەسکەکە زۆرتر دەکات. لە وێنە (6-8)دا، مانۆمەترەکان (بۆڕیە شاولیەکان) ئاماژە بە گۆڕانی پەستانی شلە ڕۆیشتوەکە دەکەن بەپێی خێرایی شلەکە.



وێنە (6-8) ڕۆیینی شلە بەناو تەسکبوونەوەیەکدا، خێرایی شلەکە زیاددەبێت و پەستان کەم دەبێت.

نموونە:

شلەیەك بە بۆڕیەکدا تیرەکەی $1m$ و بەخێرایی $15m/min$ دەڕوات. تێکرایی کاتی ڕۆیینی ئەم شلە چەندە؟

شیکار:

$$\text{تێکرایی ڕۆیین} = Av$$
$$= (\pi r^2)v$$
$$= 3.14 \times (0.5m)^2 \times 15\ m/min$$
$$= 11.8 m^3/min$$
$$= 196.7\ Liter/S$$

نموونە:

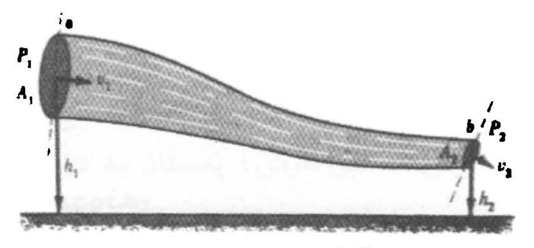
بۆڕیەکی ئاسۆیی، تەسکبوونەوەیەکی هەیە، خێرایی ئاو لە ئەو بڕگەی تیرەکەی ($10cm$)ە دەکاتە $20m/S$. ئایا خێراییەکەی لە بڕگە تەسکەکەدا تیرەکەی ($6cm$)ە چەندە؟

شیکار:

$$A_1v_1 = A_2v_2$$
$$\pi (5cm)^2 \times 20m/S = \pi (3cm)^2 \times v_2$$
$$v_2 = 55.6m/S$$

6-4) بیرۆدۆزی برنۆلی(*) Bernoulli's Theorem

ئەو وەسفەی پێشتر دەربارەی خشانە ڕۆیینی شلگازەکانمان کرد، دەتوانرێت ئەم وەسفە بە شێوەیەکی دیاریکراوتر دەرببڕێت، ئەمەش، بە بەکارهێنانی یاسای پاراستنی وزە بەسەر شلگازێکی نەشیاو بۆ پەستاوتن و بێلینجی و خشۆکانە ڕۆییو دێتە دی.

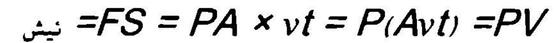


وێنە (6-9) ڕۆیینی شلە بەناو بۆڕیەکدا

لەنێوان دوو بڕگەکەی a و b ئەو بۆڕیەی لە وێنە (6-9) پیشاندراوە بۆ هەر ماوەیەکی کاتی t، ئەو قەبارەی V شلە کە بە بڕگەی a تێپەڕدەبێت، یەکساندەبێت بە قەبارەی شلەکە کە بڕگەی b تێپەڕدەبێت.

لەبەر ئەوەی پەستان لە دوو کۆتاییەکەی b,a بۆڕیەکە جودایە. بۆیە ئەو ئیشەی بەسەر شلەکەدا ئەنجامدەدرێت کە دەکاتە (P_1V-P_2V) یەکساندەبێت بە گۆڕان لە جوولە وزەو ماتەوزەی شلەکە. چونکە:





$$\text{ئیش} = FS = PA \times vt = P(Avt) = PV$$

---

* دانیال بێرنۆلی Bernolli, Daniel
بیرکاری و فیزیازانی سویسری، لە 1700 /کانونی دووەم/ 29 لە شاری گرۆنینگن لە هۆلندە لەدایکبووە، بیرکاری زانێکی ناسراوبووە، لە تەمەنی 11 ساڵیدا لە لای برا تەمەن 16 ساڵیەکەی وانەکانی بیرکاری و زانستەکانی وەرگرتووە، لە ساڵی 1727 کارەکەی دەربارەی هاوکێشە جیاکاریەکان (differential equations) بڵاوکردۆتەوە، بە ئەمە پایەی پرۆفیسۆری بیرکاری لە زانکۆی سانت پیتەرسبۆرگ لە رووسیا دەستکەوت. دوای 8 ساڵ، لەبەر نەخۆشی، بۆ شاری بازل لە سویسرا گەڕایەوە، لە ساڵی 1732 دەستی بە لێکۆڵینەوە لە بوارەکانی میکانیکی شلگازەکان کرد. توانی بیردۆزێك کە ئێستا بە بیردۆزی برنوولی ناسراوە دابڕێژێت. هەر بەم کارەشی ناوبانگیدەرکردووە. لە دانانی جوولە بیردۆزی گازەکان پێشەنگ بووەو لە دیاردە دەنگیەکانی کۆڵیتەوە. لە خەودا لەتەمەنی 82 ساڵیدا لە 7/7/1782 لە شاری بازل ئەمری خوای کردووە.

كەواتە:

گۆڕان لە جوولە وزە + گۆڕان لە ماتە وزە = ئیشی بەڕێكراو بەسەر شلەكە

$$P_1V-P_2V=(mgh_2-mgh_1)+(\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2)$$

بەڵام $\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow V=\frac{m}{\rho}$

كەواتە:

$$P_1\frac{m}{\rho}-P_2\frac{m}{\rho}=(mgh_2-mgh_1)+(\frac{1}{2}mv_2^2\ \frac{1}{2}mv_1^2)$$

$$P_1-P_2=(\rho gh_2-\rho gh_1)+(\frac{1}{2}\rho v_2^2\ \frac{1}{2}\rho v_1^2)$$

$$P_1+\rho gh_1+\frac{1}{2}\rho v_1^2=P_2+\rho gh_2+\frac{1}{2}\rho v_2^2\ .....\ (6\text{-}3)$$

ئەمەش شێوەی بیركاری هاوكێشەی برنۆلیە، بە گوتن وەها (ئەوها) دەردەبڕێت.
لە هەردوو خاڵ، بەدرێژایی شلگازێكی نموونەیی و خشۆكانەو یەكبێنی ڕۆییو، كۆی پەستان و ماتە وزەی یەكەی قەبارەو جوولە وزەی یەكەی قەبارە، لە هەریەك لە دوو خاڵەكەدا، هەمان بڕیان هەیە (یەكسانن).

ئەگەر بۆڕیەكە ئاسۆیی بێت وێنە (8-6)، ئەوا $h_1=h_2$ هاوكێشەی برنۆلی بە ئەم شێوەی لێدێت.

$$P_1+\frac{1}{2}\rho v_1^2=P_2+\frac{1}{2}\rho v_2^2\ .....\ (6\text{-}4)$$

واتە: كۆی پەستان و جوولە وزەی یەكەی قەبارەی شلگازێكی خشۆكانە ڕۆییو بە بۆڕیەكی ئاسۆییدا، لە بڕگە جیاجیاكانی بۆڕیەكەدا یەكسانە.

ئەمەش مانای ئەوەیە: لە شوێنە بڕگە تەسكەكان، كە خێرایی شلگازەكە زۆرە، پەستانەكەی كەمە. لە شوێنە بڕگە فراوانەكان كە خێرایی شلگازەكە كەمە، پەستانەكەی زۆرە. وێنە (8-6).

ئەگەر شلەكە لە ناو بۆڕیەكەدا وەستاوبێت ئەوا $v_1=v_2=0$

$$P_1+\frac{1}{2}\rho v_1^2=P_2+\frac{1}{2}\rho v_2^2$$

$$P_1+0=P_2+0$$

$$P_1=P_2$$

ئەمەش سیفەتیکی شلەی وەستاوە، کە پەستان لەسەر ئەو خاڵانەی دەکەونە ناویەك رووتەختی ئاسۆیی یەکسانە.

نموونە:

ئاو بە تێکرایی $0.15m^3/S$ بەناو بۆڕیەکی نشێوبۆوە، خشۆکانە دەڕوات. وێنە (6-9) لە (a) دا تیرەی برگەی بۆڕیەکە ($0.3m$)وە پەستان $1.03\times10^5 N/m^2$. ئایا پەستان لە b دا کە تیرەی برگەی بۆڕیەکە $0.15m$ چەندە؟ چەقی بۆڕیەکە لە b دا $0.6m$ لە چاو a نویترە.

شیکار:

$$\therefore V = Av$$

$$V_1 = Av_1 = \pi r_1^2 v_1$$

$$0.15 = 3.14(0.15)^2 \times v_1 \Rightarrow v_1 = 2.1 m/S$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$v_2 = \frac{A_1}{A_2} v_1 = \frac{3.14(0.15)^2}{3.14(0.075)^2} \times 2.1 = 8.4 m/S$$

ئێستاکە هاوکێشەی برنۆلی بەکاردەهێنین

$$P_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

$$P_1 = P_2 + \rho g(h_2 - h_1) + \frac{1}{2}\rho (v_2^2 - v_1^2)$$

$$1.03\times10^5 = P_2 + 1000\times9.8(-0.6) + \frac{1}{2}\times1000(8.4^2 - 2.1^2)$$

$$1.03\times10^5 = P_2 - 5880 + 33085$$

$$P_2 = 75795 N/m^2$$

نموونە:

ئاو بەناو بۆڕیەکی ئاسۆیی تەسکبۆوە، خشۆکانە دەڕوات. تیرەی بۆڕیەکە لە برگە تەسکبۆوەکە نیوە هەندی تیرەکەیەتی لە برگە فراوانەکە ئەگەر خێرایی رۆیینی ئاو لە برگە فراوانەکە $5m/S$ و پەستان تیایدا $1.2\times10^6 N/m^2$ بێت. ئایا پەستانی ئاوەکە لە برگە تەسکەکە چەندە؟

شیکار:

$$A_1v_1 = A_2v_2$$

$$(\pi r_1^2)\times 5 = \pi\left(\frac{r_1}{2}\right)^2 \times v_2 \Rightarrow v_2 = 20m/S$$

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

$$1.2\times 10^6 + \frac{1}{2}\times 1000\times 5^2 = P_2 + \frac{1}{2}\times 1000\times 20^2$$

$$P_2 = 1.0125\times 10^6\ N/m^2$$

(6-5) بەکارهێنانەکانی بیرۆدۆزی برنۆلی

Applications of Bernoulli's Theorem

1-بیرۆدۆزی تۆریشیلی Torricelli's theorem

لە وێنە (6-10)دا، کونێکی بچووك لە تەنیشتی تانکیەکی گەورەی شلە تیایدای هەیە. ئایا خێرایی دەرچوونی شلە لە ئەم کونەوە چەندە؟

بە بەکارهێنانی هاوکێشەی برنۆلی بۆ ئەم حالەتە تایبەتە، وا دادەنێین لەبەر تەسکی کونەکەو رووبەر فراوانی تانکیەکە، خێرایی دابەزینی ئاستی شلەکە لەناو تانکیەکەدا زۆر کەمە بە سفر دادەنرێت $v_1 = 0$، وە پەستان لەسە رووی شلەکەی ناو تانکیەکەو لەسەر کونەکە یەکسانن و دەکاتە پەستانی ئەتمۆسفیر.

وێنە (6-10)

کەواتە $P_1=P_2=P_{atm}$ وە بەکارهێنانی هاوکێشەی برنۆلی.

$$P_1+\rho g h_1+\frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2+\rho g h_2+\frac{1}{2}\rho v_2^2$$

$$P_{atm}+\rho g h_1+0 = P_{atm}+\rho g h_2+\frac{1}{2}\rho v_2^2$$

$$v_2=\sqrt{2g(h_1-h_2)}$$

$$v=\sqrt{2gh}\ \ ....\ (6\text{-}5)$$

ئەمەش هاوکێشەی تۆریشیلیە، دەبینیت خێرایی دەرچوونی شلەکە لە کونکەوە هەر وەك خێرایی کۆتایی گۆیەکە کە لە بەرزایی (h) بەسەربەستی بەرەو لا دەکریت بەریێتەوە. (تورشیلی پێش برنۆلی نزیکی بە 155 ساڵ ئەم هاوکێشەی دەرهێناوە).

لەبەر ئەوەی پەستانی شلە لە قوولی h دەکاتە ρgh، کەواتە:

$$\therefore v=\sqrt{\frac{2P}{\rho}} \quad .... \; (6\text{-}6)$$

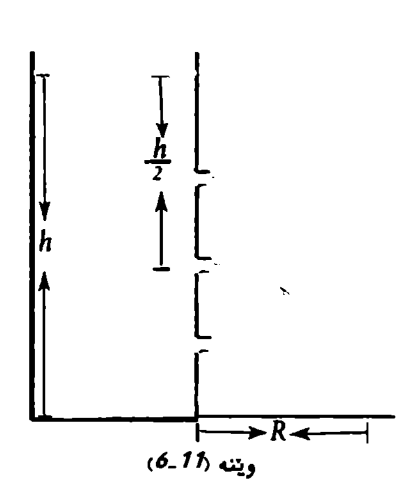
نموونە:

تانکیەك ئاوی تێدایە. کونێکی رووبەر $8cm^2$ لە تەنیشتی تانکیەکە. لە قوولی $3m$ کراوەتەوە. a) خێرایی دەرچوونی ئاوەکە لە کونەکەوە بدۆزەرەوە. b) تێکرایی کاتی رۆیینی ئاوەکە بدۆزەوە. (کاریگەری لێکخشاندن frictin فەرامۆش بکە)

شیکار:

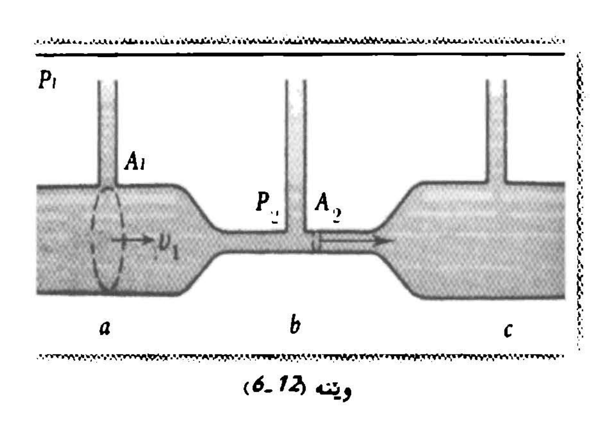
$$a)\; v=\sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 9.8 \times 3}= 7.66\ m/S$$
$$b)\; V = Av = 8\times10^{-4} \times 7.66 = 6.028\times10^{-3}\ m^3/S$$

لە وێنەی تەنیشت: تێبینی دەکەیت، ئەو رێرەوەی تەزوی شلەی دەرچوو لە کونێکەوە پێدا دەڕوات، گەورەترین مەودای ئاسۆیی (R) دەبێت کاتێك لەو کونەوە دەردەچێت کە دەکەوێتە ناوەڕاستی ماوەی نێوان بن و رووی سەرەوەی شلەکە، کەچی بۆ ئەو دوو کونەی بە دووری یەکسان دەکەونە سەروژێری ئەم کونەی ناوەڕاستەوە، دوو مەوداکانیان یەکساندەبن ولە R کەمتر دەبن.



وێنە (6_11)

2-پێوەری ڤێنتۆری: Venturi Flowmeter



وێنە (6-12)

لە وێنە (6-12)دا. شلگازێك بە بۆڕیەکی ئاسۆییدا خشۆکانە دەڕوات. شلگازەکە کاتێك لە (a) بەرەو تەسکبوونەوەی (b) دەڕوات خێراییەکەی زیاد دەبێت و پەستانەکەی کەمدەبێت، دوو مانۆمەترەکەش کە دوو بۆڕیەی شاولین پەستانی شلگازە لە هەریەك لە a, b دەخوێننەوە. ئەگەر رووبەری دوو بڕگەکەی بۆڕیەکە A_1, A_2 بێت ئەوا بەبەکارهێنانی هاوکێشەی برنۆلی.

$$P_1+\frac{1}{2}\rho v_1^2=P_2+\frac{1}{2}\rho v_2^2 \;......\; (1)$$

$$P_1-P_2=\frac{1}{2}\rho\,(v_2^2-v_1^2)$$

بەڵام:

$$A_1v_1=A_2v_2\Rightarrow v_2=\frac{A_1}{A_2}v_1$$

بە لەجیاتیدانان:

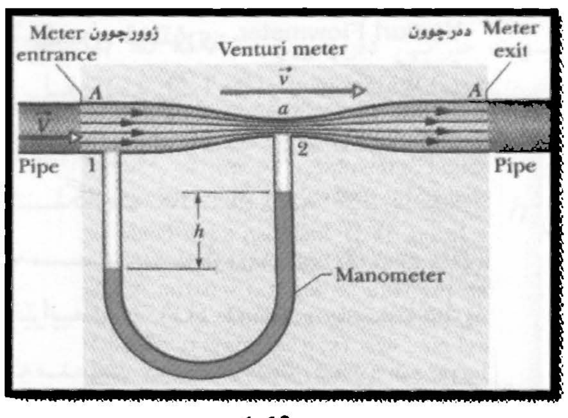
$$P_1-P_2=\frac{1}{2}\rho\, v_1^2\left(\frac{A_1^2}{A_2^2}-1\right)$$

$$v_1=\sqrt{\frac{2A_2^2(P_1-P_2)}{\rho(A_1^2-A_2^2)}}$$

بە پێوانی هەریەك لە P_2, P_1 لە مانۆمەترەکانەوە، وە زانینی رووبەری بڕگە A_1, A_2 و چڕی شلەکە. دەتوانین خێرایی v_1 لە بڕگە فراوانەکە حسێبکەین و لە ئەمەشەوە تێکرایی کاتی ڕێکەکردنی (رۆیینی) شلەکە دەربهێنین.

نموونە:

لە وێنە (6-13). پێوەرێکی ڤێنتوریە، لە نێوان دوو بەشی ئەو بۆڕیە سەرەکیە دەبەسترێت کە دەمانەویت خێرایی ئەو شلەی بەناویدا ڕێکەدەکات بپوین. دابنێ شلەکە ئاوە، وە رووبەری بڕگەی ژوورچوون (تێچوون). ($64cm^2$)یەو رووبەری



وێنە (6_13)

برگە تەسکبوونەوەکەی (گەروو Throat) ($32cm^2$)یـــە وە پەســـتان لـــە بۆڕیەکـــەدا ($55kPa$)ە و لـــە گەروەکـــەدا ($41kPa$)ە ئایـــا تێکڕایـــی ڕۆیینی ئاوەکە بە m^3/Sچەندە.

شیکار:

$$v_1=\sqrt{\frac{2A_2^2(P_1-P_2)}{\rho(A_1^2-A_2^2)}}$$

$$v_1=\sqrt{\frac{2(32\times10^{-4})^2(55000-41000)}{1000[(64\times10^{-4})^2-(32\times10^{-4})^2]}}$$

$$v_1=3.06m/S$$

$$V=Av$$

$$V=64\times10^{-4}\times3.06$$

$$V=1.958\times10^{-2}\ m^3/S$$

3-جوولەی فڕۆکە

باڵی فڕۆکە وا دیزاین دەکرێت کە سەرەوەی کووڕبێت و کەمێك بە گوێرەی ئاسۆ لار بێت، وێنە (6-14) برگەی باڵی فڕۆکە پیشاندەدات. کاتێك فڕۆکەکە بەهۆی مەکینەکەیەوە بەرەو پێش دەڕوات بایەکی خێرا بە دەوری باڵەکانی هەڵدەکات. خێرایی هەواکەی بەرووی سەرەوەی باڵەکەدا دەڕوات زیاتر دەبێت لە خێرایی ئەوەی بە ژێرەوەی دادەڕوات. بۆیە بەپێی بیردۆزی برنۆلی، پەستانی هەوا لەسەرەوەی باڵەکە کەمتر دەبێت لە چاو ئەوەی ژێرەوە، لە ئەنجامدا هێزێك بەرەو سەر کار لە باڵی فڕۆکە دەکات هەوڵی بەرزکردنەوەی دەدات، سەرەڕای

وێنە (6_14)

باڵی فڕۆکە تووشی هێزێکی بەرزکەرەوە دێت، لە ئەنجامی خێرایی کەم (پەستانی زۆر) لە ناوچەی ژێرەوەی باڵەکە بۆ خێرایی زۆر (پەستانی کەم) لە ناوچەی سەرەوەی باڵەکە

ئەم هیزەش هێزێکی تری بەرەو سەر کار لە باڵی فڕۆکەکە دەکات، ئەمەش لەبەر ئەوەی باڵی فڕۆکە کەمێك لارە، ئەم هەوایەی بەر رووی ژێرەوەی دەکەوێت بەرەو خوار لایدەدات.

ئەو گۆڕانەی لە ئاراستەی تەوژمی هەواکە روودەدات، هێزێکی سەرباری بەرەوسەر دەخاتە سەر باڵەکە(کاردانەوە)ئەم دوو هێزە بەیەکەوە هاوبەشدەبن بۆ بەرزکردنەوەی فڕۆکەکە، بەڵام بەشی زۆری هێزە بەرزکەرەوەکە لە ئەنجامی بیردۆزی برنۆلی پەیدا دەبێت.

نموونە:

هێزی بەرزکەرەوەی پەیدابوو لە ئاکامی بیردۆزی برنۆلی لەسەر باڵی فڕۆکەیەك رووبەرەکەی $86m^2$ بێت چەندە؟ ئەگەر خێرایی ئەو هەوایەی بە سەرەوەی و بنەوەی باڵەکە دادەڕوات یەك لەدوای یەك $340m/S$ و $290m/S$ بێت چڕی هەوا = $1.29\ kg/m^3$.

شیکار:

دوو جار هاوکێشەی برنۆلی بەکاردەهێنین، جارێك لە هەوای وەستاوەوە بۆ هەوای جوولاو بەسەرەوەی باڵی فڕۆکەکە جاری دووەم لە هەوای وەستاوەوە بۆ هەوای جوولاو بە ژێرەوەی باڵەکە.

$$P_1+\rho gh_1+\frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2+\rho gh_2+\frac{1}{2}\rho v_2^2$$

$$P_{atm}+0+0 = P_{\text{سەرەوە}}+0+\frac{1}{2}\times1.29\times(340)^2 \ldots\ (1)$$

$$P_{atm}+0+0 = P_{\text{ژێرەوە}}+0+\frac{1}{2}\times1.29\times(290)^2 \ldots\ (2)$$

$$\therefore\ P_{\text{سەرەوە}}+\frac{1}{2}\times1.29\ (340)^2 = P_{\text{ژێرەوە}}+\frac{1}{2}\times1.29\ (290)^2$$

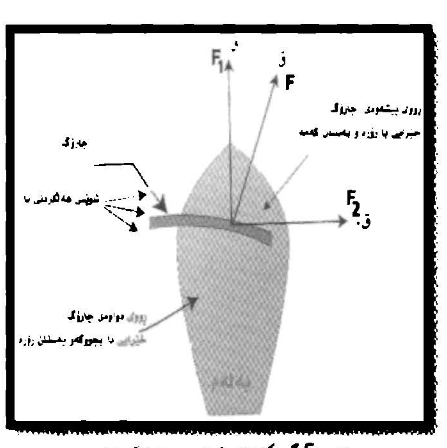
$$P_{\text{ژێرەوە}}-P_{\text{سەرەوە}}=20317.5\ N/m^2$$

$$F=\Delta\rho\times A$$

$$=20317.5\times86=1747305\ N=1.7\times10^6\ N$$

4-جوولەی کەشتی چارۆگەدار:

کاتێک ئەم کەشتیانە نزیک لە دژی ئاراستەی با دەجوولێن، چارۆگەی کەشتیەکە بە جۆرێک دەوەستێت کە وا دەکات خیرایی هەوا لە ناوچەی رووی پێشەوەی چارۆگەکە زۆربێت (پەستان کەمبێت) وە خیرایی هەوا لەناوچەی رووی پشتەوەی چارۆگەکە کەمبێت (پەستان زۆربێت)وێنە (6-13) لە جیاوازی نێوان ئەم دوو پەستانە هێزێک (F)، پەیدادەبێت بە ئەستوونی کار لە چارۆگەکە دەکات. ئەم هێزە بۆ دوو پێکنەر شیتەڵدەبیت، F_1، کەشتیەکە بەرەو پێش دەجوولێنێت، F_2 هەوڵدەدات کەشتیەکە وەرگێڕیت. هێزی بەرگری ئاوەکە پارسەنگی ئەم هێزە وەرگێرە دەکات.

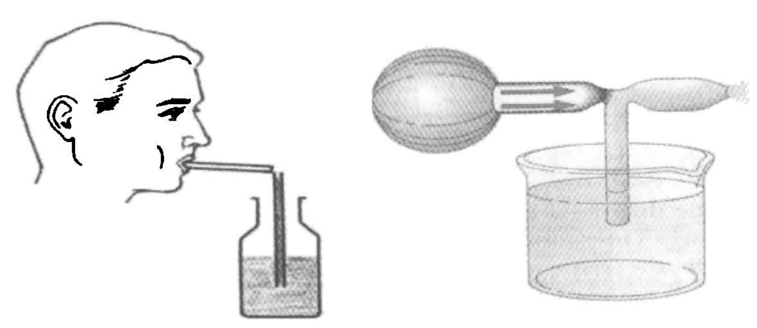


وێنە (6-15) کەشتی چارۆگەدار

5-بیردۆزی بیرنۆلی

دەبێتە بنچینەی لێکدانەوەی گەلێك لە دیاردە سەرنجراکێشەکانی سروشتی و تەکنیکی، لە ئەوانە:

a) لە وێنە (6-16): کاتێك هەوا لە بۆڕیە ئاسۆییەکەدا فوودەکریت. ئەوا لە ناوچەی کۆتایی سەرەوەی بۆڕیە شاولیەکە، خێرایی زۆر دەبێت پەستان کەمدەبێت. بەلام لەسەر ئاستی شلەکەی ناو قاپەکە پەستان زۆرترەو دەکاتە پەستانی ئەتمۆسفیر. ئەمەش وا دەکات شلەکە پاڵبدات بە ناو بۆڕیە شاولیەکە بەرزبێتەوە. لە کۆتایی سەرەوەی بۆڕیە شاولیەکە، شلەکە بەر تەوژمە هەوا خێرایەکە دەکەوێت بە شێوەی دڵۆپی زۆر بچووک دەپیرژێنێت و بڵاویدەکاتەوە.



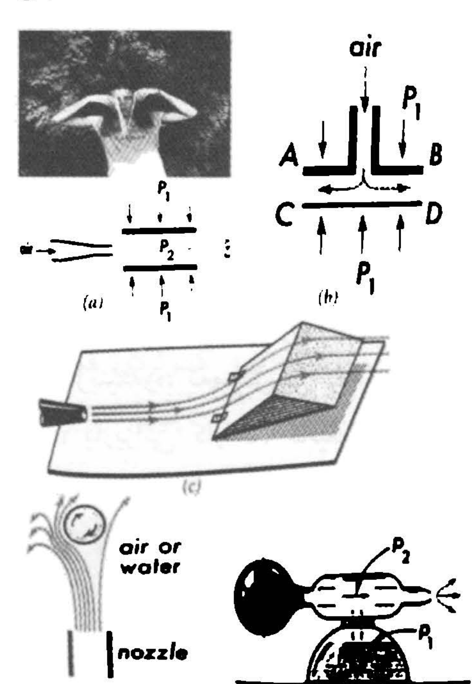
وێنە (6-16) پرژاندنی شلە بەپێی بیردۆزی برنۆلی

ئەمەش بنچینەی پرژاندنی (spry) عەترو شلەكانی لەناوبردنی میرۆلەكانە. وێنە (2-17e).

b) كاتێك تەزوێكی هەوا، بە خێرایەكی زۆر لە بۆڕیەكەوە هەڵدەكاتە ناوچەی نێوان دوو تەبەقە مقەوای هەڵواسراوی تەریبی دەوری 5cm لە یەكتری دوور، وێنە (6-17a) وا رەچاو دەكرێت ئەم دوو تەبەقە لە یەكتری دووربكەونەوە، كەچی دەبینین لە یەكتری نزیكدەبنەوەو لەسەر یەك جووتدەبن، ئەمەش بەپێی بیردۆزی برنۆلی بە ئەم شێوەیە لیكدەدرێتەوە. خێرایی هەوا لەنێوان دوو تەبەقەكە زۆرەو پەستان (P_2)نزمە.

بەڵام لە دیوی دەرەوەی دوو تەبەقەكە هەوا ناجوولێت پەستان (P_1) (پەستانی ئەتمۆسفیر) بەرزترە، دوو تەبەقەكە بەرەو یەكتری پاڵدەدات.

c) لە وێنە (6-17b). هەوا بەناو كونێك لە ناوەڕاستی پەپكەیەكدا (AB) فوودەكرێت. كاتێك پەڕاوێك CD نزیك كونەكە لە ژێرەوەی پەپكەكە دادەنرێت، دەبینین پەڕاوەكە لە پەپكەكەوە



وێنە (6-17)
a,b,c,d,e دیارەكانی بیرۆدزی برنۆلی

دوورناکەوێتەوە وەك رەچاودەکریت، بەڵکو بەرەو پەپکەکە دەچێت، هۆی ئەمەش، خێرایی تەوژمی هەوای نێوان پەپکەکەو پەراوەکە زۆرەو پەستان کەمە، بەڵام پەستانی P_1 (پەستانی ئەتمۆسفیر) لە ژێرەوەی پەراوەکە زۆرترە، پەراوەکە پاڵدەدات بەرەو پەپکەکە بچێت.

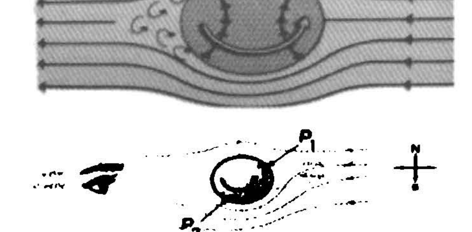
d) گەلێك جار، لە کاتی هەڵکردنی رەشەبای بەهێز، ساپیتەی (میچ-roof) هەندی جۆرە خانوو لە شوێنی خۆی هەڵدەستێنیت و دوور دەیبات. وێنە (6-17c). هۆی ئەمەش، بایەکە بە خێرایی زۆر بەسەر رووی سەرەوەی ساپیتەکە دەڕوات، پەستانی هەوا کەمدەبیت، لەناو خانوەکەدا هەوا ناجوولێت، پەستانی هی ئەتمۆسفیرە، زۆرترە، لە ئەنجامدا ئەم پەستانە زۆرترە ساپیتەکە هەڵدەدات.

e) ئەگەر تۆپێکی پینگ-پۆنگ (تۆپی مێز) لە ناو لێشاوێکی بەرەوسەری شاولی ئاو یان هەوا دانرا، وێنە (6-17d)، ئەوا تۆپەکە تا بڵندیەکی دیاریکراو بەرزدەبێتەوە. لە ئاستێکدا لەناو لیشاوی ئاوەکە ئەم لاو ئەولا دەکات بێئەوەی بکەوێت، دەمینێتەوە. هۆی ئەمەش بە ئەم شێوە لێکدەدرێتەوە: ئەگەر گۆیەکە بۆ لایەك چوو وەك ئەوەی لە وێنەکە پیشاندراوە، ئەوا ئەو ئاوەی بەلای چەپی گۆیەکەدا دەڕوات وا دەکات گۆیەکە بە دەوری خۆی بە ئاڕاستەی پێشاندراو بسوورێتەوە. لەئەنجامدا خێرایی ئاو لەلای چەپی گۆیەکە زۆر دەبێت و پەستان کەمدەبێت، کەچی لەلای راستی گۆیەکە خێرایی ئاوەکە کەمدەبێت و پەستان زۆر دەبێت، ئەم پەستانە زۆرترە تۆپەکە پاڵدەدات بۆ ناوەوەی لێشاوی ئاوەکە دەیگەرێنێتەوە. ئەمەش بۆ لایەکەی تری لێشاوە ئاوەکە دووبارە دەبێتەوە هەروەها.

f) یاریزانی کاراما، کاتێك شەق لە تۆپێکی پێ دەدات، دەتوانێت بە ڕێڕەوێکی چەماوەیی بیبات. هۆی چەماوەبوونی ڕێڕەوەکە بە ئەم شیوە لیکدەدرێتەوە.

یەکەم شت هەموو ئاراستەکان بە گوێرەی یاریزانەکە دیاریدەکرێت. دووەم شت، یاریزانەکە کە شەق لە تۆپەکە هەڵدەدات وا دەکات تۆپەکە سپینبکات(spin) (بەدەوری خۆی بسوورێت).

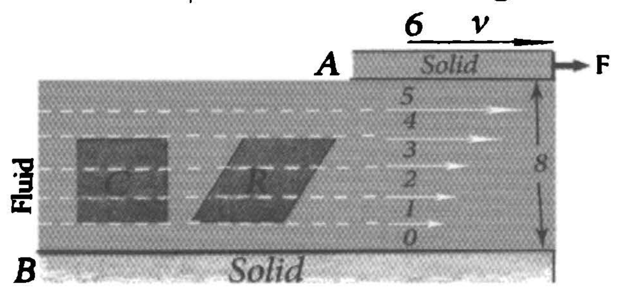
گریمـان ئاراسـتەی شـەقلێدانی تۆپەکـە بـەرەو ڕۆژهەڵاتـە، سپینەکەشـی بـە ئاڕاستەی پێچەوانەی میلی سعاتە. کە تۆپەکە بە خێرایی v بە گوێرەی هەوا بەرەو ڕۆژهەڵات دەڕوات، وەك ئەمە وایە کە بایەك (*wind*) بە خیرایی v بەرەو ڕۆژئاوا لە تۆپەکە بدات. گوتمان تۆپەکە سپیندەکات، چینێکی تەنکی هەوا بەرووی تۆپەکە دەنووسێت لەگەڵیدا بە هەمان خێرایی سپیندەکات. ئەو بایەی بەلای چەپی تۆپەکە دەڕوات هـەمان ئاڕاسـتەی هـەوای چینـە تەنکەکـەی دەبێت، لـە ئەنجامـدا لـەلای چەپی تۆپەکە خێرایی هەواکە زیادە دەبێت و پەستانەکەی کەمـدەبێت، کەچی ئـەو بایەی بەلای راستی تۆپەکەدا دەڕوات پێچەوانەی ئاراستەی هەوای چینـە تەنکەکە دەبێت بۆیە خێرایی هەواکە کەمـدەبێت و پەسـتان زۆر دەبێت، ئـەم پەسـتانە زۆرتـرە بـە هێزێك کار لە تۆپەکە دەکات بـەلای دەستی چـەپی یاریزانەکـە (بـەرەو بـاکوور) پێچـی پێدەداتەوە. وێنە (6-18).



وێنە (6-18) ڕێڕەوی چەماوەی تۆپی پێ

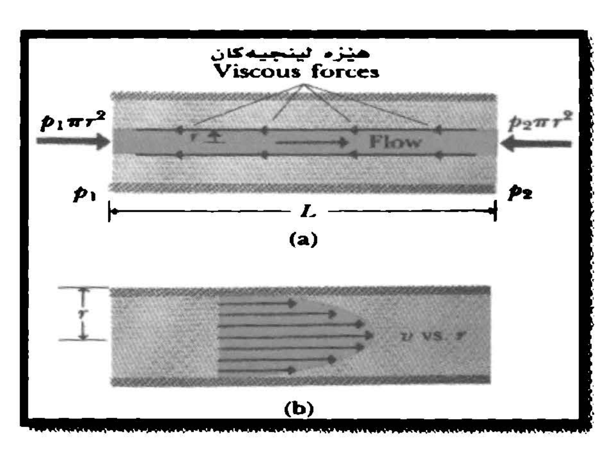
(6-6) لینجی Viscosity

پێشـتر گوتمـان، کـە شـلگازەکان بەیـەك پارچـە بـەناو بۆڕیـە و ڕووبـار و جۆگـەکان نـاجوولێن، ڕۆیینـی شـلگازەکان بـە شـێوەی چین چینی بەسەر یەکتری تێپەڕبوو ڕوودەدات، بۆ نموونە ڕۆیینـی چینـی سـەرەوەی ئـاوی ڕووبـار خێراترینـە، خێراییـەکانی چینـەکانی ژێـرەوە بـە گـوێرەی قوولیـان کـەمتردەبێت. لـە بنـی ڕووبارەکە خێرایـی ڕۆیـین دەبێتـە سفر. ئـەم چینـە ڕۆییوانـە، بەسـەر یـەکتری دەخلیسـکێن، بـەهۆی لێکخشـاندن لـە نێوانیانـدا هێزێـك پێویسـتدەبێت بـۆ جوولاندنیان بەسەر یـەکتری دا، وێنە (6-19).



وێنە (6-19)
خێراییە جیا جیاکانی چینەکانی شلە، لە ئەنجامی لینجی ڕوودەدات

لـە بۆڕیەکانـدا چینـەکانی شـلگازەکە بـە شـێوەی لوولـەیی هـاو تـەوەر دەبـن، گەورەترین چینی لوولەیی کە بە دیواری ناوەوەی بۆڕیەکە گەیشتووە خێراییەکەی سـفرە، چونکـە ئـەم چینـە لـە ئـەنجامی هێـزی پێکنووسـان لـە نێـوان گـەردەکانی شلگازەکەو گەردەکانی بۆڕیەکە، بە دیواری ناوەوەی بۆڕیەکە دەنووسێت، لەبەر ئەوە ناجوولێت و خێراییەکەی دەبێتە سفر، چینە لوولەییەکانی ناوەوەتر خێرایان زۆرترە. لە چەقی بۆریەکەدا خێرایی شلگازەکە زۆرترینە، وێنـە (6-20). لێکخشاندن لە نێوان ئـەو چینـە بەیـەکتر تێپەڕبووانـە، بەرهەڵسـتی رۆیینـی شـلگازەکە دەکات.



وێنە (2-20)
خێراییە جیاجیاکانی شلگازێکی لینجیدار بەناو بۆڕیەکدا

بـە ئـەو سیفەتەی شـلگازان، کـە لێکخشـاندنی نـاوەکی دەبێتـە هـۆی بـەرگریکردن لـە رۆییـنیـان دەگوترێ لینجی *viscosity*.

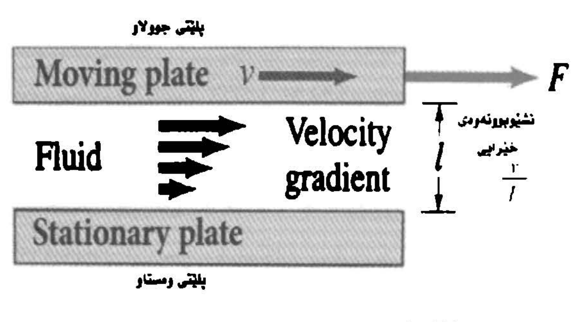
[illegible]

لە شـلەکاندا، لینجی لـە ئـەنجامی هێـزی خۆنووسـان لـەنێوان گـەردەکانی شـلەکە پەیدا دەبێت، کەچی لـە گـازەکانـدا لـە ئـەنجامی بەرکـەوتنی گـەردەکانی گـازەکـە بـە یەکتری پەیدا دەبیت لەبەر ئەوەیە کە بە بەرزبوونـەوەی پلـەی گـەرمی لینجی لـە شلەکاندا کەمدەبێت و لە گازەکاندا زۆر دەبیت.

بڕی لینجی هەر شـلگازێك بـە بـەهای هاوکۆڵکـەی لینجـی *coefficient of viscosity* (η) شلگازەکە دیاردەکرێت (η پیتێکی گریکە ئێتا).

پێناسەکردنی هاوکۆڵکەی لینجی، پێشە روونکردنەوەیەکی پێدەوێت.

لە وێنە (6-21)دا، تەنكە شلگازێك لە نێوان دوو پلێتی (*plate*) تەبەقی پان دانــراوە، یــەك لــە پلێتــەكان جێگیــرە، ئەویــدیان دەكرێــت بجوولێنــدرێت. لەئــەنجامی هێــزی پێكنووســان لــە نێــوان گــــەردەكانی شــــلگازەكەو گــــەردەكانی دوو پلێتەكــــە، چینێكــــی زۆر تــــەنكی شــلگازەكە بــە دوو پلێتەكــەوە



وێنە (6- 21)خێرایی شلە لە چینی سەرەوتر زۆرترە (نشێوبوونەوەی خێرایی =$\frac{v}{L}$)

دەنووسێن و هەمان خێرایی دوو پلێتەكەیان دەبێت، بۆیە سەرەوەترین چینی شلگازەكە هەمان خێرایی v پلێتەكەی سەرەوەی دەبێت لەكاتی راكێشانی ئەم پلێتە، ئەو چینە شلگازەی بە پلێتە وەستاوەكەی بنەوە نووساوە جێگر دەبێت و خێراییەكە سفر دەبێت. خێرایی چینــەكانی شــلگازەكە لــە چینێكــەوە بــۆ چینێكــی تــر دەگۆڕێت. خێرایــی چینەكان، لە سفرەوە هی چینی هەر بنەوە بۆ v هی چینی هەرە سەرەوە دەگۆڕێت. چونكە هەر چینێك خێرایی چینی سەرەوەی خۆی هێواشتردەكاتەوە.

بە زیادبوونی خێرایی چینی بنەوە بۆ خێرایی چینی هەرە سەرەوە دابەش ئەو دووریەی كە ئەم گۆرانەی خێرایی تیادا روودەدات كە دەكاتە $\frac{v}{L}=\frac{v-o}{L}$ دەگوترێ نشێوبوونەوەی خیرایی یان (دابەزینی خێرایی) *Velocity gradient* وێنــــە (*6-21*). جوولاندنی پلێتەكەی سەرەوەی پێویستی بە هێزێكی راكێشان F هەیە. بۆ شلەیەكی دیاریكراو ئەم هێزەF. بەراستەوانە لەگەڵ رووبەری A شلگازەكەو خێراییەكەی (v) و بە پێچەوانە لەگەل قوولی شلگازەكە (دووری نێوان دوو پلێتەكە) (L) هاورێژە دەبێت.

$$\therefore F\alpha \frac{vA}{L}$$

شلەی لینجتر هێزی زۆرتری دەوێت، كەواتە:

$$F=\eta \frac{vA}{L} \quad ...... (6\text{-}7)$$

(η) نە گۆڕی هاورێژمیە پێی دەگوترێ هاوکۆڵکەی لینجی شلگاز. *Coefficient of Viscosity*

$$\therefore \eta = \frac{FL}{vA} \quad .... (6\text{-}8)$$

لە نیزامی *SI* یەکەی پێوانی η دەبێتە $N.S/m^2$ یان *Pa.S* (پاسکاڵ . چرکە). لە نیزامی *cgs* یەکەی پێوانی η دەبێتە $dyn.S/cm^2$. بە ئەم یەکەش دەگوترێ پۆیس *poise*. زۆر جار هاوکۆلکەی لینجی بە سەنتی پۆیس دەدرێت (پۆیس 10^{-2} = سەنتیپۆیس1) ($1cp = 10^{-2}P$). لە خشتەی (6-1)دا، هاوکۆڵکەی لینجی شلەکان نمایشکراوە هەروەها، پلەی گەرمیشی گوتراوە، چونکە کاریگەرێکی بەهێزی لەسەر لینجی هەیە. بۆ نموونە لینجی روونی (رۆنی) مەکینە (*motor oil*) بە بەرزبوونەوەی پلەی گەرمی زۆر کەمدەبێت.

	Liquid Units	Viscosity [Pa·s]	Viscosity [cP=mPa·s]
	liquid nitrogen @ 77K	1.58×10^{-4}	0.158
ئەسیتۆن	acetone	3.06×10^{-4}	0.306
میثانول	methanol	5.44×10^{-4}	0.544
بنزین	benzene	6.04×10^{-4}	0.604
ئاو	water	8.94×10^{-4}	0.894
	ethanol	1.074×10^{-3}	1.074
جیوە	mercury	1.526×10^{-3}	1.526
	nitrobenzene	1.863×10^{-3}	1.863
	propanal	1.945×10^{-3}	1.945
قیر	pitch	2.3×108	2.3×1011
	ethylene glycol	1.61×10^{-2}	16.1
ترشی گۆگردیك	sulfuric acid	2.42×10^{-2}	24.2
	motor oil SAE 10 (20 °C)	0.065	65
رۆنی زەیتون	olive oil	0.081	81
	motor oil SAE 40 (20 °C)	0.319	319
رۆنی گەرچەك	castor oil	0.985	985
	glycerol (at 20 °C)	1.2	1200
خۆشاوی گەنمە شامی	corn syrup	1.3806	1380.6
	HFO-380	2.022	2022

خشتەی (6-1)هاوکۆڵکەی لینجی شلەکان

خشتەی (6-1): هاوکۆڵکەی لینجی چەند شلەیەکی جیا جیا.

نموونە:

پلێتێکی کانزایی رووبەر $1\times10^{-2}m^2$ لەسەر چینێکی تەنکی رۆنی گەرچەك (castor oil) ئەستووری $2\times10^{-3}m$ و هاوكۆڵكەی لینجی ($1.55N.S/m^2$) دانراوە. بڕی ئەو هێزە ئاسۆییە حسێبكە كە پێویستە بۆ جوولاندنی پلێتەكە بە خێرایی $3\times10^{-2}m/S$.

شیكار:

$$F=\eta \frac{vA}{L}$$

$$F=1.55\times \frac{3\times10^{-2}\times1\times10^{-2}}{2\times10^{-3}}= 0.2325N$$

(6-7) رۆیین بەناو بۆرییەكاندا، هاوكێشەی پۆیسیلی:

Flow in tubes, Poiseuille's Equation

ئەگەر شلگازێك بێلینجی بێت، ئەوا دەتوانی بەناو بۆرییەكی ئاسۆیی، بێئەوەی هێزێكی بخرێتە سەر، بڕوات. بەڵام بۆ شلگازە راستەقینەكان، هەتا ئەگەر بۆرییەكە ئاسۆیی بێت ئەوا جیاوازیەكی پەستان لە نێوان دوو كۆتایی بۆرییەكە بۆ رۆیینی بەردەوامی شلگازەكە پێویستە. ئینجا چ شلەكە لەناو بۆرییەكەدا ئاو یان نەوت یان خوێن بێت، لەناو دەمارە خوێنبەرەكانی كۆئەندامی سوڕانەوەی خوێن لە ئادەمیزادان.

تێكرایی كاتی قەبارەی شلگازی رۆییو لە بۆرییەكی لوولەیدا، بە لینجی شلگازەكە، جیاوازی پەستان، دووریەكانی بۆرییەكە (تیرەو درێژی) بەندە. زانای فەرەنسی پۆیسیلی (1799-1869) J.L. Poiseuille ئەم هۆكارانەی كار لە تێكرایی رۆیینی شلگازێكی نەپەستیندراوی خشۆكانە رۆییو بەناو بۆرییەكی لوولەیی دەكەن، دیاریكرد. ئەنجامی كارەكانی بە ئەم هاوكێشەیە دەردەبڕێت.

$$Q=\frac{\pi R^4(P_1-P_2)}{8\eta L} \quad .... (6-8)$$

لەم هاوكێشەدا:

R = نیوەتیرەی ناوەوەی بۆڕیەكە.

L= درێژی بۆڕیەكە.

P_1-P_2= جیاوازی پەستانی شلگازەكە لە نێوان دوو كۆتایی بۆڕیەكە.

η= هاوكۆڵكەی لینجی شلگازەكە.

Q= تێكرایی كاتی ڕۆیینی شلگازەكە.

((قەبارەی ئەو شلگازەی بە برگەیەكی دیاریكراوی بۆڕیەك لە یەكەی كاتدا دەڕوات، لە سیستەمی SI بە m^3/S (مەتر سێجا لە چركەیەكدا) دەپیورێت.

هاوكێشەی پۆیسیلی ئەوەمان پێ دەڵێت كە تێكرایی كاتی قەبارەی ڕۆیینی شلەیەك، بەراستەوانە دەوەستێتە سەر نشێوبوونەوەی پەستان (pressure gradient) $\frac{P_1-P_2}{L}$ وە بە پێچەوانە دەوەستێتە سەر هاوكۆڵكەی لینجی η. ئەوەی سەرسوڕهێنەرە ئەوەیە كە Q بەراستەوانە دەوەستیتە سەر توانی چوارەمی نیوەتیرەی بۆڕیەكە. ئەمەش مانای ئەوەیە، ئەگەر نیوەتیرەی بۆڕیەك بوو بە نیو هەند، ئەوا تێكرایی كاتی (Q) ڕۆیینی شلەكە بە ڕێژەی $\frac{1}{16}$ كەمدەكات.

بۆ تێپەڕاندنی هەمان تێكرایی ڕۆیین بەناو بۆڕیە تەسكەكەدا، دەبێت جیاوازی پەستان زیاد بكرێت، بۆیە دەبینین كە تیرەی دەمارە خوێنبەرەكانartery بەهۆی نیشتنی كۆلسترۆڵ كەمدەبێتەوە (دەمارەكە تەسكدەبێتەوە) ئەوا پەستانی خوێن بەرزدەبێتەوەو دەبێ دڵ زۆرتر كاربكات و ماندوتر بێت بۆ ئەوەی ڕۆیشتنی خوێن بەهەمان تێكرایی بپارێزێت.

نموونە:

ئاو بەناو بۆڕیەكی ئاسۆیی درێژی $0.2m$ و نیوەتیرەی ناوەوەی $8.1 \times 10^{-4}m$ و لەژێر جیاوازی پەستانی $1960N/m^2$ دەڕوات. ئەگەر ئەم بۆڕیە بە ماوەی $12min$ (12 دەقیقە) قەبارەی $8.64\times 10^{-4}m^3$ ئاو بگەینێت. هاوكۆڵكە لینجی ئاو حسێبكە. ($g=9.8N/kg$, $\rho_m=1000kg/m^3$)

شیکار:

$$Q=\frac{\pi R^4(P_1-P_2)}{8\eta L}$$

$$\eta=\frac{\pi R^4(P_1-P_2)}{8QL}$$

بەڵام $Q=\frac{8.64\times10^{-4}}{12\times60}=1.2\times10^{-6}\ m^3/S$

$$\therefore \eta=\frac{3.14\times(8.1\times10^{-4})^4\times1960}{8\times1.2\times10^{-6}\times0.2}=1.38\times10^{-3}\ N.S/m^2$$

6-7) یاسای ستۆك Stoke's Law

(ئەو بەرهەڵستیەی لە لینجیەوە پەیداد دەبیت)

لەبەر ئەوەی شلەو گازەکان لینجیان هەیە، بۆیە بۆ جولاندنی تەنێك بەناویاندا پێویستی بە هێزێك هەیە. هەتا ئەو لینجیە کەمەی هەواش، دەبێتە هۆی پەیدابوونی هێزێکی گەورە بەرهەڵستی ئوتومبیلان دەکات کاتێك بە خێرایی زۆر، دەڕۆن. ئەگەر دەستت لە پەنجەرەی ئوتومبیلێکی خێرا رۆیشتوو دەربهێنیت، هەستدەکەی کە هێزێکی گونجاو پیویستە کار لە دەستت بکا تا بەناو هەوادا بجوولێت. ئەمانەی سەرەوە نموونەن بۆ ئەو راستیەی کە دەلێ:

تەنی بەناو شلگاز جوولاو هێزێکی هێواشکەرەوە بەرۆکی دەگرێت. پێی دەگوتری هێزی بەرهەڵست *drag force*. هێزی بەرهەڵست زیاد دەبێت بە زیادبوونی خێرایی تەنەکە.

لەراستیدا، هەتا بۆ سادەترین شیوەی تەنی جوولاو بەناو شلگازێکدا حسێبکردنی بەهای هێزی بەرهەڵست زەحمەتە. بەڵام رۆیشتنی تەنی شێوە گۆ بەناو شلگازدا گرنگی خۆی هەیە، بۆیە بە درێژی لێیدەکۆڵینەوە.

لێگەڕی گۆیەك نیوەتیرەکەی R بە خێراییەکی نەگۆڕ v بەناو شلگازێك هاوکۆڵکەی لینجی η بە هێزی F راکێشرێت. ئەم هێزە ڕاکێشانە یەکسان و پێچەوانەی هێزی بەرهەڵست دەبێت. بڕی هیزی پێویست بۆ راکێشانی ئەم گۆیە،

بە ئەم هاوکێشەی خوارەوە حسێبدەکرێت، کە پێی دەگوترێ یاسای ستۆك چونکە یەکەم جار لەلایەن ئەوەوە دەرهێنراوە.

$$F=6\pi\eta\ Rv\ \ldots\ldots\ (6\text{-}9)$$

ئەم هاوکێشەی دەڵێ، هێزی (F) بە زیادبوونی خێرایی گۆیەکە، بەناو شلگازەکەدا. زۆر دەبێت وە هەروەها بە لینجی شلگازەکەو نیوەتیرەی گۆیەکە بە راستەوانە بەندە.

هاوکێشەی ستۆك بۆ خێراییە کەمەکانە، لە خێراییە زۆر بەرزەکان چەوتی تیادا دیاردەکەوێت، چونکە لە ئەم خێراییە بەرزانەدا رۆیینی شێواو روودەدات ئەمەش کاریگەری تر لەسەر تەنەکە پەیدا دەکات.

نموونە:

درۆپێکی بچووکی ئاو نیوەتیرە $0.01cm$. لە بنایەکی بەرزەوە بە ناو هەوادا دەکەوێتە خوارەوە، وەسفی جوولەی ئەم درۆپە ئاوە بکە. (هاوکۆلکەی لینجی هەوا $19\times10^{-6}\ N.S/m^2$)

شیکار:

لەبەر ئەوەی شیوەی درۆپەکە گۆییە، بۆیە هیزی بەرهەڵست بەپێی خێرایی درۆپەکە زیاددەبێت. لە سەرەتادا خێرایی درۆپەکە کەمە بۆیە، هیزی بەرهەڵست بەرەوسەر کەمتر دەبێت لەهیزی کێشکردنی زەوی بەرەوخوار. بەرئەنجامی ئەم دوو هیزە، بەرەو خوار درۆپەکە تاودەدات و خێراییەکەی بەرەبەرە زیاد دەکات. ((پاڵهیزی هەوا فەرامۆشکراوە))، کەواتە:

هێزی بەرهەڵست – کێشی درۆپەکە= هێزی بەرئەنجام

$$\text{هێزی بەرئەنجام} = mg - 6\pi\eta Rv$$

خێرایی درۆپەکە بەردەوام زیاد دەبێت، بۆیە هیزی بەرهەڵست بەرە بەرە زیاد دەبیت و نزیکدەبێتەوە لە کێشی درۆپەکە، کاتێك هێزی بەرهەڵست بە کێشی درۆپەکە یەکساندەبێت، بەرئەنجام دەبێتە سفر. پاش ئەمە، درۆپەکە خێراییەکەی ناگۆڕێت لەسەر کەوتنە خوارەوە بەردەوامدەبێت. بە ئەم خێراییە نەگۆڕە دەگوترێ دوایین خێرایی (*Terminal Velocity*).

پێناسە:

هەر تەنێك بەناو شلگازێکدا بۆ لادانێکی درێژ بەربێتەوە، پاشان دەگاتە خێراییەکی نەگۆڕ پێی دەگوتری دوایین خێرایی.

لەم ساتەی خێرایی دڕۆپەکە دەگاتە حالەتی دوایین خێراییv_T، هێزی بەرئەنجام دەبێتە سفر. وە:

$$mg = 6\pi\eta R v_T$$

$$v_T = \frac{mg}{6\pi\eta R}$$

بەڵام قەبارە× چڕی بارستەیی = بارستە

$$m = \rho_m \times \frac{4}{3}\pi R^3$$

بە لە جیاتی دانان :

$$v_T = \frac{2g R^2 \rho_m}{9\eta}$$

$$v_T = \frac{2\times9.8\times(0.01\times10^{-2})^2\times1000}{9\times19\times10^{-6}}$$

$$=1.1\ m/S$$

ئەمەش خێراییەکی کەمە، دڕۆپەکە لە سنووری یاسای ستۆك ماوەتەوە.

نموونە:

تەنۆلکەیەکی جۆرە پرۆتینێك کە لە ئاودا شینابێتەوە چڕیەکەی ($1246kg/m^3$)یە، بەناو ئاویکی پاکژ چڕیەکەی ($1000kg/m^3$)یە، بە دوایین خێرایی $3cm/hr$ (3سەنتیمەتر/سعات)، بەردەبێتەوە. نیوەتیرەی ئەم تەنۆلکە بدۆزەوە. (هاوکۆڵکەی لینجی ئاو $8\times10^{-4}\ N.S/m^2$)

شیکار:

لە ئەم بارەدا سێ هیز کار لە تەنۆلکەکە دەکەن:

1. کێشی خۆی بەرەو خوار.
2. هیزی بەرهەڵست بەرەو سەر.
3. پاڵهێزی ئاو بەرەو سەر.

کە تەنۆلکەکە دەگاتە حاڵەتی دوایین خێرایی بەرئەنجامی ئەم هێزانە دەبێتە سفر. وە

هێزی بەرهەڵست + پاڵهێزی ئاو = کێشی تەنۆلکە

هێزی بەرهەڵست + چڕی کێشی ئاو× قەبارەی تەنۆلکە = قەبارەی تەنۆلکە× چڕی کێشیی تەنۆلکە

$$\rho_{\text{تەنۆلکە}} g \times \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi R^3 \times \rho_{\text{ئاو}} g + 6\pi\eta R v_T$$

$$R = \sqrt{\frac{9\eta v_T}{2g(\rho_{\text{تەنۆلکە}} - \rho_{\text{ئاو}})}}$$

$$R = \sqrt{\frac{9\times8\times10^{-4}\times8.3\times10^{-6}}{2\times9.8(1246-1000)}}$$

$$R = 3.5\times10^{-6}\ m$$

پرسيارو راهێنان

پرسيار

پ1: باسی هەریەك لە خشان رۆیین و شێواو رۆیینی شلگازەکان بکە. چی دەبنە هۆی رۆیینی شێواو؟

پ2:بسەلمێنە تێکڕایی کاتی قەبارەی شلەی خشوکانە رۆییو بەناو بۆڕیەکەدا دەکاتە: $V=Av$

پ3:هاوکێشەی یەکبێنە رۆیین بنووسە، ماناکەشی شرۆڤە بکە.

پ4: پێوەری ڤێنتۆری بۆ چ مەبەستێك بەکاردێت.

پ5:پێناسەی لینجی لە شلگازەکاندا بکە.

پ6:ئەگەر کەسێك لە تەنیشت و نزیك شەمەندەفەرێکی خێرا رۆیشتوو بوەستێت، ئایا مەترسی ئەوەی لێدەکرێت کە بەرەو شەمەندەفەرەکە کێشبکرێت.

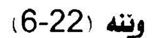
پ7:هەوا لەنێوان دوو تۆپی پینگ -پۆنگی (تۆپی مێز)، سەربەخۆ هەڵواسراوی لە یەکتری نزیك، فووکرا، ئایا چی روودەدات، هۆیەکەی بڵێ.

پ8:روونیبکەوە عەتر پرژێنەر (*spray*) چۆن کاردەکات.

پ9:ئەم فڕۆکانەی خێرانین، رووی سەرەوەی بالەکانیان کورتر دەکرێن. ئەمە بۆ پێویستە.

پ10:تۆپی پینگ-پۆنگ لەسەر قوتکەی تەوژمێکی شاولی هەوای دەرچوو لە گەسکێکی کارەباوە، دەمینیتەوەو ناکەویت. هۆی ئەمە روونبکەوە.

پ11:بۆچی چۆڕاوکەی ئاوی دەرچوو لە بەلوعەیەکەوە لە کەوتنە خوارەوەی باریکتر دەبێتەوە. وێنە (6-22)



وێنە (6-22)

پ12: روونیبکەوە بۆ گۆی هاویژراوی بە دەوری خۆی سووڕاو (spin)، بە ڕێرەوێکی کەوانەییدا دەڕوات.

پ13: هاوکێشەی برنۆلی لە بۆڕیەکی ئاسۆییدا کاتێك شلە لەناویدا وەستاوە. ($v=0$) چ سیفەتێکی شلەی وەستاو دەسەلمێنێت.

پ14:بۆ ساپیتەی هەندێ جۆرە خانوو تێهەڵدەدریت لە کاتی گەلیان (بای توند) هەڵکردن؟ روونیبکەوەو بیرۆدزی پێرنۆلی بەکاربهێنە.

پ15: دوو پاپۆر لە دوو ڕێرەوەی تەریبی نزیك یەك دەڕۆن، مەترسی بەیەککەوتنیان لێدەکرێت بۆ؟

پ16: پەیوەندی نێوان خێرایی و پەستانی شلگازێك باسبکە، کە خشۆکانە بەخێرایی جیاجیا دەڕوات.

پ17: هێزی بەرهەڵستی گۆیەك چۆن دەگۆڕێت بەپێی خێراییەکەی بەناو شلگازێکدا؟

پ18: بۆچی فڕۆکەکان بە ئاراستەی دژی با لە فڕۆکەخانەکان هەڵدەستن.

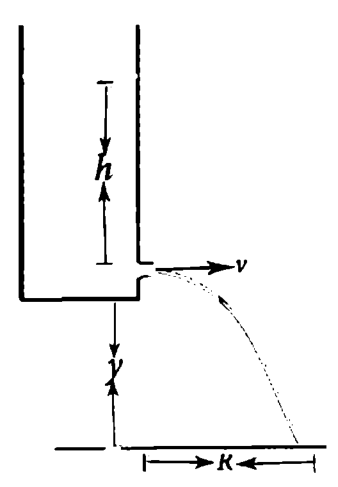
ڕاهێنان

پ1: ئاو بەناو بۆڕیەك تیرەی ناوەوەی (2cm)ە بە تێکرای 8.01 Lter/min (8.01 لیتر /دەقیقە) دەڕوات. ئایا خێرایی ئەم ئاوە لەناو بۆڕیەکەدا چەندە؟

وەڵام: 42cm/S

پ2:شلەیەك چڕی ڕێژمییەکەی (0.9)یە، بەناو بۆڕیەکی ئاسۆییدا تێرەکەی 6cm دەڕوات، ئەگەر پەستانی ئەم شلە لە ئەو برگەی بۆڕیەکە، کە بۆ تیرەی 4.2cm تەسکبۆوەتەوە، $16000 dyn/cm^2$ کەمتر بێت لە چاو پەستانەکەی لە بۆڕیە سەرەکیەکەدا. خێرایی ڕۆیینی ئەم شلە حسێبکە.

وەڵام: 106cm/S



پ3:تەوژنێکی ئاو بە ئاسۆیی لە کونێك لە تەنیشتی تانکیەکدا دەردەچێت، ئەگەر ئەم کونە $1m$ لە رووی زەویەوە بەرزبێت. ئاوەکەش $2m$ دوور لە بنکەی تانکیەکە بە زەوی بکەویت. خێرایی تەزوی ئاوەکە لەو ساتەی تانکیەکە جێدەهێلێت چەندە؟ چ پەستانێك پاڵ بە ئاوەکە دەنێت؟

وەڵام: $4.4m/S$, $9.68\times10^{3}N/m^{2}$

تێبنی: لە وێنەی تەنیشت.

$R = vt$ (مەودای ئاسۆیی)

بۆ حسێبکردنی (t) ئەو کاتەی لێشاوی شلەکە دەیخاێنیت تا بە زەوی دەگات.

ئەم هاوکێشە بەکاربهێنە $y = \frac{1}{2}gt^{2}$

$g=9.8m/S^{2}$ (تاودانی زەوی)

پ4:بە چ خێراییەك ئاو لە کونێکی کراوە لە تەنیشتی تانکیەك دەردەچێت. ئەگەر پەستان لەسەر ئەم کونە $2000\ N/m^{2}$ بێت. وەڵام: $2m/S$

پ5: دابنێ کە خوێنبەری ئۆرتی وەك بۆڕیەکی رەق وایە. تیرەکەی ($1.2cm$)ە. چەند قەبارەی خوێن بەناو دڵ بەمپەدرێت لەهەر لێدانێکی دا. دابنێ تێکرای لێدانەکانی دڵ 60 لێدانە لە دەقیقەیەك و خێرایی خوێن $25cm/S$.

وەڵام: $28.2cm^{3}$

پ6: دەکتێك (duct) نیوەتیرەکەی $15cm$ بۆ نوێکردنەوەی هەوای ژوورێك قەبارەکەی ($9.2m\times5m\times4.5m$) لەهەر ($12min$) دا بەکارهێنرا، ئایا خێرایی هەوا بەناو ئەو دەکتە چەندە.

وەڵام: $4.1m/S$

پ7:بۆڕیەکی تیرە $6cm$ بۆ $4cm$ تەسکدەبێتەو. کاتێك ئاو بەناو ئەو بۆڕیەدا دەڕوات، ئەوا پەستان لە ئەم دوو بڕگەیەدا دەبێتە $32kp$ و $24kp$. ئایا تێکڕای کاتی قەبارەی ئاوی ڕۆییو چەندە. ($P=$ باسکال $=1N/m^2$)

وەڵام: $5.6\times10^{-3}m^3/S$

پ8: ئەگەر بایەك بە خێرایی $25m/S$ بەسەر ساپیتەی ماڵەکەت هەڵیکرد، بەرئەنجامی ئەو هێزانە چەندە کە کار لە ساپیتەکە دەکات. ئەگەر ڕووبەرەکەی $240m^2$ بێت، پەستانی ئەتمۆسفیر $1.013\times10^5\ N/m^2$ بێت.

وەڵام: 9.7×10^4N

پ9: لە وێنە (6-10) دا. (بیردۆزی تۆریشیلی) ئەگەر خێرایی (v_1) هاتنە خوارەوەی شلەی ناو تانکیەکە فەرامۆشنەکرێت. بسەلمێنە کە خێرای (v_2) شلەی دەرچوو لە کونەکەوە، دەکاتە:

$$v_2=\sqrt{2gh\left(\frac{A_1^2}{A_1^2-A_2^2}\right)}$$

پ10:پێوەرێکی ڤێنتۆدی بۆ پێوانی ڕۆیینی ئاو لە بۆڕیەکدا بەکارهێنرا. تیرەی بۆڕیە سەرەکیەکەی ($3cm$)ە، بۆ تیرەی گەرووەکەی (قورگ) ($throat$) $1cm$ تەسکبووەتەوە. ئەگەر جیاوازی پەستانی پێوراو $18mm\text{-}Hg$ (18ملیمەتر- جیوە) بێت. ئایا خێرایی ڕۆیینی ئاوەکە چەندە، تێکرای کاتی قەبارەی ئاوی ڕۆییو چەندە.

($\rho_{ئاو}=1000kg/m^3$) ($\rho_{جیوە}=13600kg/m^3$)

وەڵام: $0.24m/S\ ,\ 1.7\times10^{-4}\ m^3/S$

پ11: ئاو بە تێکڕایی $9.4\times10^{-4}\ m^3/S$ لە کونێکەوە لە بنی تانکیەك کە لە قوولی $5.76m$دایە، دەچۆڕێت، تێکرایی چۆڕینی ئاوەکە دەبێتە چەند؟ ئەگەر پەستان لەسەر ڕووی ئاوەکە بە بڕی $55160N/m^2$زیادبکرێت.

وەڵام:$1.3\times10^{-3}m^3/S$

پ12:دابنێ تانكیەك لە تەنیشتەوە كونێكی تێدایە h_1 لە بنی تانكیەكەوە بەرزە، رووی شلەكەش h_2 لە بنی تانكیەكەوە بەرزە. تانكیەكەش لەسەر رووێكی ئاسۆیی دانراوە. a) لە چ دووریەكی ئاسۆیی لە بنكەی تانكیەكەوە شلەكە بە زەوی دەكەوێت. b) لە چ بەرزیەكی تر h'_1 دەتوانرێت كونێكی تر بكرێتەوە بە جۆرێك شلەی دەرچوو هەمان مەودای ئاسۆیی هەبێت؟

وەلام: a) $2\sqrt{h_1(h_2-h_1)}$ b) $h'_1 = h_2 - h_1$

پ13:تانكیەكی سەر كراوە بنكەكەی لەسەر زەوی دانراوە، لە تەنیشتەوە دوو كون، یەكیكیان لەسەرووی ئەویتریانی تێدایە، كونی یەكەم $5cm$ ئەویتریان $12cm$ لە بنی تانكیەكەوە بەرزن، ئەگەر ئاوی دەرچوو لەم دوو كونەوە لە هەمان خاڵ بە زەوی بكەون (هەمان مەودای ئاسۆییان هەبێت). ئایا رووی ئاوەكە لە بنی تانكیەكەوە چەند بەرزە؟

وەلام: $17cm$

پ14: ئاو بە بۆریەكی ئاسۆیی تیرە $0.08m$و درێژی $4000m$ بە تێكرایی 20 لیتر لە چركەیەكدا دەگەیەندرێتە گوندێك، ئەو پەستانە حسێبكە كە پێویستە تا ئەم رۆیینە بەردەوامبێت (تەنها لینجی بەرهەڵستكارە). هاوكۆڵكەی لینجی ئاو $\eta = 0.001Ns/m^2$

وەلام: $7.962\times10^4\ N/m^2$

پ15: بۆریەكی مویینی نیوە تیرە $10^{-3}m$، درێژی $60.314m$ لە تەنیشتەوە بە ئاسۆیی بەبنی تانكیەك، ئاستی ئاوەكەی نزمنابێت و قوولیەكەی $(1m)$ە، چەسپكراوە، بارستەی ئەو ئاوەی لە ئەم تانكیەكە دەردەچێت بە ماوەی $10S$ حسێبكە. $\eta = 10^{-3}\ N.S/m^2$

وەلام: $0.1225kg$

پ16: ئایا دەبێ جیاوازی پەستان لەنێوان دوو کۆتایی بۆڕیەك درێژی $1.9km$ و تیرە $29cm$ چەند بێت؟ بۆ ئەوەی رۆن (oil) بە تێکرایی $450cm^3/S$ بگوازێتەوە. ($\eta=0.2\ N.S/m^2$, $\rho= 950kg/m^3$)

وەڵام: $9.9\times10^2 N/m^2$

پ17: دوایین خێرایی کەلایەکی (هەڵمات) مسی تیرە $4mm$، کاتێك بەناو گلسرین بەردەبێتەوە، بدۆزەوە. چڕی مس $8.9gr/cm^3$ ، چڕی گلسرین $1.3gr/cm^3$ ، $\eta_{گلسرین}= 8.3dyn.s/cm^2$

وەڵام: $8cm/S$

پ18: ئاو بەناو بۆڕیەکی ئاسۆیی بە تێکرایی $0.057m^3/S$ دەڕوات. پەستانپیوێك لە ئەو شوێنەی بۆڕیەکە داندرا کە تیرەکەی $10cm$ بوو، پەستانی ($3.5\times10^5\ N/m^2$)ی خوێندەوە. ئایا دووەم پەستانپیو کە لە ئەو شوێنە دادەنرێت کە تیرەی بۆڕیەکە ($7.5cm$)ە چەند دەخوێنێتەوە؟

وەڵام: $2.8\times10^5 N/m^2$.

TRIGONOMETRIC TABLE

Degrees	Sine (sin)	Cosine (cos)	Tangent (tan)	Degrees	Sine (sin)	Cosine (cos)	Tangent (tan)
1	0.0175	0.9998	0.0175	46	0.7193	0.6947	1.0355
2	0.0349	0.9994	0.0349	47	0.7314	0.6820	1.0724
3	0.0523	0.9986	0.0524	48	0.7431	0.6691	1.1106
4	0.0698	0.9976	0.0699	49	0.7547	0.6561	1.1504
5	0.0872	0.9962	0.0875	50	0.7660	0.6428	1.1918
6	0.1045	0.9945	0.1051	51	0.7771	0.6293	1.2349
7	0.1219	0.9925	0.1228	52	0.7880	0.6157	1.2799
8	0.1392	0.9903	0.1405	53	0.7986	0.6018	1.3270
9	0.1564	0.9877	0.1584	54	0.8090	0.5878	1.3764
10	0.1736	0.9848	0.1763	55	0.8192	0.5736	1.4281
11	0.1908	0.9816	0.1944	56	0.8290	0.5592	1.4826
12	0.2079	0.9781	0.2126	57	0.8387	0.5446	1.5399
13	0.2250	0.9744	0.2309	58	0.8480	0.5299	1.6003
14	0.2419	0.9703	0.2493	59	0.8572	0.5150	1.6643
15	0.2588	0.9659	0.2679	**60**	**0.8660**	**0.5000**	**1.7321**
16	0.2756	0.9613	0.2867	61	0.8746	0.4848	1.8040
17	0.2924	0.9563	0.3057	62	0.8829	0.4695	1.8807
18	0.3090	0.9511	0.3249	63	0.8910	0.4540	1.9626
19	0.3256	0.9455	0.3443	64	0.8988	0.4384	2.0503
20	0.3420	0.9397	0.3640	65	0.9063	0.4226	2.1445
21	0.3584	0.9336	0.3839	66	0.9135	0.4067	2.2460
22	0.3746	0.9272	0.4040	67	0.9205	0.3907	2.3559
23	0.3907	0.9205	0.4245	68	0.9272	0.3746	2.4751
24	0.4067	0.9135	0.4452	69	0.9336	0.3584	2.6051
25	0.4226	0.9063	0.4663	70	0.9397	0.3420	2.7475
26	0.4384	0.8988	0.4877	71	0.9455	0.3256	2.9042
27	0.4540	0.8910	0.5095	72	0.9511	0.3090	3.0777
28	0.4695	0.8829	0.5317	73	0.9563	0.2924	3.2709
29	0.4848	0.8746	0.5543	74	0.9613	0.2756	3.4874
30	**0.5000**	**0.8660**	**0.5774**	75	0.9659	0.2588	3.7321
31	0.5150	0.8572	0.6009	76	0.9703	0.2419	4.0108
32	0.5299	0.8480	0.6249	77	0.9744	0.2250	4.3315
33	0.5446	0.8387	0.6494	78	0.9781	0.2079	4.7046
34	0.5592	0.8290	0.6745	79	0.9816	0.1908	5.1446
35	0.5736	0.8192	0.7002	80	0.9848	0.1736	5.6713
36	0.5878	0.8090	0.7265	81	0.9877	0.1564	6.3138
37	0.6018	0.7986	0.7536	82	0.9903	0.1392	7.1154
38	0.6157	0.7880	0.7813	83	0.9925	0.1219	8.1443
39	0.6293	0.7771	0.8098	84	0.9945	0.1045	9.5144
40	0.6428	0.7660	0.8391	85	0.9962	0.0872	11.4301
41	0.6561	0.7547	0.8693	86	0.9976	0.0698	14.3007
42	0.6691	0.7431	0.9004	87	0.9986	0.0523	19.0811
43	0.6820	0.7314	0.9325	88	0.9994	0.0349	28.6363
44	0.6947	0.7193	0.9657	89	0.9998	0.0175	57.2900
45	**0.7071**	**0.7071**	**1.0000**	90	1.0000	0.0000	

FIGURE CONVERSION FACTORS SI, CGS, and FPS Units

6-FIGURE CONVERSION FACTORS

SI, CGS, AND FPS UNITS

Length درێژی

	m	cm	in	ft	yd
1 metre	1	100	39·3701	3·28084	1·09361
1 centimetre	0·01	1	0·393701	0·0328084	0·0109361
1 inch	0·0254	2·54	1	0·0833333	0·0277778
1 foot	0·3048	30·48	12	1	0·333333
1 yard	0·9144	91·44	36	3	1

	km	mi	n.mi
1 kilometre	1	0·621371	0·539957
1 mile	1·60934	1	0·868976
1 nautical mile	1·85200	1·15078	1

1 light year = $9{\cdot}46070 \times 10^{15}$ metres = $5{\cdot}87848 \times 10^{12}$ miles.
1 Astronomical Unit = $1{\cdot}495 \times 10^{11}$ metres.
1 parsec = $3{\cdot}0857 \times 10^{16}$ metres = 3·2616 light years.

Area ڕووبەر

	m²	cm²	in²	ft²
1 square metre	1	10^4	1550	10·7639
1 square centimetre	10^{-4}	1	0·155	$1{\cdot}07639 \times 10^{-3}$
1 square inch	$6{\cdot}4516 \times 10^{-4}$	6·4516	1	$6{\cdot}94444 \times 10^{-3}$
1 square foot	$9{\cdot}2903 \times 10^{-2}$	929·03	144	1

	m²	km²	yd²	mi²	acre
1 square metre	1	10^{-6}	1·19599	$3{\cdot}86019 \times 10^{-7}$	$2{\cdot}47105 \times 10^{-4}$
1 square kilometre	10^6	1	$1{\cdot}19599 \times 10^6$	0·386019	247·105
1 square yard	0·836127	$8{\cdot}36127 \times 10^{-7}$	1	$3{\cdot}22831 \times 10^{-7}$	$2{\cdot}06612 \times 10^{-4}$
1 square mile	$2{\cdot}58999 \times 10^6$	2·58999	$3{\cdot}0976 \times 10^6$	1	640
1 acre	$4{\cdot}04686 \times 10^3$	$4{\cdot}04686 \times 10^{-3}$	4840	$1{\cdot}5625 \times 10^{-3}$	1

1 are = 100 square metres.
1 hectare = 10 000 square metres = 2·47105 acres.

Volume قەبارە

	m³	cm³	in³	ft³	gal
1 cubic metre	1	10^6	$6{\cdot}10236 \times 10^4$	35·3146	219·969
1 cubic centimetre	10^{-6}	1	0·0610236	$3{\cdot}53146 \times 10^{-5}$	$2{\cdot}19969 \times 10^{-4}$
1 cubic inch	$1{\cdot}63871 \times 10^{-5}$	16·3871	1	$5{\cdot}78704 \times 10^{-4}$	$3{\cdot}60464 \times 10^{-3}$
1 cubic foot	0·0283168	28316·8	1728	1	6·22882
1 gallon (UK)	$4{\cdot}54609 \times 10^{-3}$	4546·09	277·42	0·160544	1

1 gallon (US) = 0·83268 gallon (UK).
1 cubic yard = 0·764555 cubic metre.
The *litre* is now recognized as a special name for a cubic decimetre, but is not used to express high precision measurements.

Velocity خێرایی

	m/sec	km/hr	mi/hr	ft/sec
1 metre per second	1	3·6	2·23694	3·28084
1 kilometre per hour	0·277778	1	0·621371	0·911346
1 mile per hour	0·44704	1·609344	1	1·46667
1 foot per second	0·3048	1·09728	0·681817	1

1 knot = 1 nautical mile per hour = 0·514444 metre per second.

Mass بارستە

	kg	g	lb	long ton
1 kilogramme	1	1000	2·20462	$9{\cdot}84207 \times 10^{-4}$
1 gram	10^{-3}	1	$2{\cdot}20462 \times 10^{-3}$	$9{\cdot}84207 \times 10^{-7}$
1 pound	0·453592	453·592	1	$4{\cdot}46429 \times 10^{-4}$
1 long ton	1016·047	$1{\cdot}016047 \times 10^6$	2240	

1 slug = 14·5939 kg = 32·174 lb.

Density چڕی

	kg/m³	g/cm³	lb/ft³	lb/in³
1 kilogram per cubic metre	1	10^{-3}	0·0624428	$3{\cdot}61273 \times 10^{-5}$
1 gram per cubic centimetre	1000	1	62·4428	$3{\cdot}61273 \times 10^{-2}$
1 pound per cubic foot	16·0185	0·0160185	1	$5{\cdot}78704 \times 10^{-4}$
1 pound per cubic inch	$2{\cdot}76799 \times 10^4$	27·6799	1728	1

1 lb/gal (UK) = 0·0997763 kg/dm³.

Force هێز

	N	kg	dyne	poundal	lb
1 newton	1	0·101972	10^5	7·23300	0·224809
1 kilogramme force	9·80665	1	$9{\cdot}80665 \times 10^5$	70·9316	2·20462
1 dyne	10^{-5}	$1{\cdot}01972 \times 10^{-6}$	1	$7{\cdot}23300 \times 10^{-5}$	$2{\cdot}24809 \times 10^{-6}$
1 poundal	0·138255	$1{\cdot}40981 \times 10^{-2}$	$1{\cdot}38255 \times 10^4$	1	0·031081
1 pound force	4·44822	0·453592	$4{\cdot}44822 \times 10^5$	32·174	1

Pressure پەستان

	N/m²	kg/cm²	lb/in²	atmos
1 newton per square metre	1	1·01972 × 10^{-5}	1·45038 × 10^{-4}	9·86923 × 10^{-6}
1 kilogramme per square centimetre	980·665 × 10^{2}	1	14·2234	0·967841
1 pound per square inch	6·89476 × 10^{3}	0·0703068	1	0·068046
1 atmosphere	1·01325 × 10^{5}	1·03323	14·6959	1

1 newton per square metre = 10 dynes per square centimetre.
1 bar = 10^{5} newtons per square metre = 0·986923 atmosphere.
1 torr = 133·322 newtons per square metre = 1/760 atmosphere.
1 atmosphere = 760 mmHg = 29·92 in Hg = 33·90 ft water (all at 0°C.).

Work and Energy نیش و وزە

	J	cal_{IT}	kWhr	btu_{IT}
1 joule	1	0·238846	2·77778 × 10^{-7}	9·47813 × 10^{-4}
1 calorie (IT)	4·1868	1	1·16300 × 10^{-6}	3·96831 × 10^{-3}
1 kilowatt hour	3·6 × 10^{6}	8·59845 × 10^{5}	1	3412·14
1 British Thermal Unit (IT)	1055·06	251·997	2·93071 × 10^{-4}	1

1 joule = 1 newton metre = 1 watt second = 10^{7} ergs = 0·737561 ft lb.
1 electron volt = 1·60210 × 10^{-19} joule.

FUNDAMENTAL CONSTANTS

constant	*symbol*	*Value*	
		SI Units	*Other Units*
Electronic charge	e	1·60210 × 10^{-19} coulomb	4·80298 × 10^{-10} e.s.u.
Electronic rest mass	m_e	9·1091 × 10^{-31} kilogram	5·48597 × 10^{-4} a.m.u.
Electronic radius	r_e	2·81777 × 10^{-15} metre	—
Proton rest mass	m_p	1·67252 × 10^{-27} kilogram	1·00727663 a.m.u.
Neutron rest mass	m_n	1·67482 × 10^{-27} kilogram	1·0086654 a.m.u.
Planck's constant	h	6·62559 × 10^{-34} joule second	6·62559 × 10^{-27} erg second
Velocity of light	c	2·997925 × 10^{8} metres per second	186 281 miles per second
Avogadro's constant Loschmidt's constant	L, N_A N_L	6·02252 × 10^{23} per mole 2·68719 × 10^{25} m^{-3}	— 2·68719 × 10^{19} cm^{-3}
Gas constant	R	8·3143 J K^{-1} mol^{-1}	1·9858 calories $°C^{-1} mol^{-1}$
Boltzmann's constant	$k = \frac{R}{N_A}$	1·38054 × 10^{-23} J K^{-1}	3·29729 × 10^{-24} calories $°C^{-1}$
Faraday's constant	F	9·64870 × 10^{4} C mol^{-1}	2·89261 × 10^{14} e.s.u. mol^{-1}
Stefan-Boltzmann constant	σ	5·6697 × 10^{-8} W m^{-2} K^{4}	5·6697 × 10^{-5} erg cm^{-2} K^{-4}
Gravitational constant	G	6·670 × 10^{-11} N m^{2} kg^{-2}	6·670 × 10^{-8} dyne cm^{2} g^{-2}
Acceleration due to gravity	g	9·80665 m s^{-2}	32·174 ft sec^{-2}
Permeability of vacuum	μ_0	4π × 10^{-7} H m^{-1}	—
Permittivity of vacuum	ϵ_0	8·85418 × 10^{-12} F m^{-1}	—

THE SOLAR SYSTEM

Planet	*Equatorial Diameter (kilometres)*	*Mass (Earth masses)**	*Mean Distance from Sun (millions of kilometres)*	*Sidereal period*
Mercury	4840	0·054	57·91	87·969 days
Venus	12 300	0·8150	108·21	224·701 days
Earth	12 756	1·000	149·60	365·256 days
Mars	6790	0·107	227·94	686·980 days
Jupiter	142 800	317·89	778·34	11·86 years
Saturn	119 300	95·14	1427·01	29·46 years
Uranus	47 100	14·52	2869·6	84·0 years
Neptune	44 800	17·46	4496·7	164·8 years
Pluto	5900	0·1 (approx.)	5907	248·4 years
Sun	1 392 000	332 958	149·60†	—
Moon	3476	0·0123	0·3844†	27·32

* The Mass of the Earth is 5·976 × 10^{24} kilogrammes.
† Distance to Earth.

METERIC MULTIPIERS

Prefix	Symbol	Multiplier	
exa	E	10^{18}	1,000,000,000,000,000,000
peta	P	10^{15}	1,000,000,000,000,000
tera	T	10^{12}	1,000,000,000,000
giga	G	10^{9}	1,000,000,000
mega	M	10^{6}	1,000,000
kilo	k	10^{3}	1,000
hecto	h	10^{2}	100
deka	da	10^{1}	10
deci	d	10^{-1}	0.1
centi	c	10^{-2}	0.01
milli	m	10^{-3}	0.001
micro	μ	10^{-6}	0.000,001
nano	n	10^{-9}	0.000,000,001
pico micro micro	p $\mu\mu$	10^{-12}	0.000,000,000,001
femto	f	10^{-15}	0.000,000,000,000,001
atto	a	10^{-18}	0.000,000,000,000,000,001

THE GREEK ALPHABET

Α α	alpha	Ν ν	nu
Β β	beta	Ξ ξ	ksi
Γ γ	gamma	Ο ο	omicron
Δ δ	delta	Π π	pi
Ε ε	epsilon	Ρ ρ	rho
Ζ ζ	zeta	Σ σ	sigma
Η η	eta	Τ τ	tau
Θ θ	theta	Υ υ	upsilon
Ι ι	iota	Φ φ	phi
Κ κ	kappa	Χ χ	chi
Λ λ	lambda	Ψ ψ	psi
Μ μ	mu	Ω ω	omega

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

1A	2A	3B	4B	5B	6B	7B	8			1B	2B	3A	4A	5A	6A	7A	0
1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg	←				TRANSITION ELEMENTS					→	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57* La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89† Ac															
*Lanthanides			57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
†Actinides			89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

TABLE OF ELEMENTS, etc. cont.-1-

(International Atomic Weights, 1961, based on Carbon-12)

[A.W. values in brackets denote mass number of the most stable known isotope]

Element	Symbol	At. No.	A.W.
Actinium	Ac	89	[227]
Aluminium	Al	13	26·9815
Americium	Am	95	[243]
Antimony	Sb	51	121·75
Argon	Ar	18	39·948
Arsenic	As	33	74·9216
Astatine	At	85	[210]
Barium	Ba	56	137·34
Berkelium	Bk	97	[247]
Beryllium	Be	4	9·0122
Bismuth	Bi	83	208·98
Boron	B	5	10·81
Bromine	Br	35	79·904
Cadmium	Cd	48	112·40
Caesium	Cs	55	132·905
Calcium	Ca	20	40·08
Californium	Cf	98	[251]
Carbon	C	6	12·011
Cerium	Ce	58	140·12
Chlorine	Cl	17	35·453
Chromium	Cr	24	51·996
Cobalt	Co	27	58·9332
Copper	Cu	29	63·546
Curium	Cm	96	[247]
Dysprosium	Dy	66	162·50
Einsteinium	Es	99	[254]
Erbium	Er	68	167·26
Europium	Eu	63	151·96
Fermium	Fm	100	[257]
Fluorine	F	9	18·9984
Francium	Fr	87	[223]
Gadolinium	Gd	64	157·25
Gallium	Ga	31	69·72
Germanium	Ge	32	72·59
Gold	Au	79	196·967
Hafnium	Hf	72	178·49
Helium	He	2	4·0026
Holmium	Ho	67	164·930
Hydrogen	H	1	1·00797
Indium	In	49	114·82
Iodine	I	53	126·9044
Iridium	Ir	77	192·2
Iron	Fe	26	55·847
Krypton	Kr	36	83·80
Lanthanum	La	57	138·91
Lawrencium	Lr	103	[257]
Lead	Pb	82	207·19
Lithium	Li	3	6·939
Lutetium	Lu	71	174·97
Magnesium	Mg	12	24·305
Manganese	Mn	25	54·938
Mendelevium	Md	101	[258]
Mercury	Hg	80	200·59
Molybdenum	Mo	42	95·94
Neodymium	Nd	60	144·24
Neon	Ne	10	20·179
Neptunium	Np	93	[237]
Nickel	Ni	28	58·71
Niobium	Nb	41	92·906
Nitrogen	N	7	14·0067
Nobelium	No	102	[255]

TABLE OF ELEMENTS, etc. cont.-2-

Element	*Symbol*	*At. No.*	*A.W.*
Osmium	Os	76	190·2
Oxygen	O	8	15·9994
Palladium	Pd	46	106·4
Phosphorus	P	15	30·9738
Platinum	Pt	78	195·09
Plutonium	Pu	94	[244]
Polonium	Po	84	[209]
Potassium	K	19	39·102
Praseodymium	Pr	59	140·907
Promethium	Pm	61	[145]
Protactinium	Pa	91	[231]
Radium	Ra	88	[226]
Radon	Rn	86	[222]
Rhenium	Re	75	186·20
Rhodium	Rh	45	102·905
Rubidium	Rb	37	85·47
Ruthenium	Ru	44	101·07
Samarium	Sm	62	150·35
Scandium	Sc	21	44·956
Selenium	Se	34	78·96
Silicon	Si	14	28·086
Silver	Ag	47	107·868
Sodium	Na	11	22·9898
Strontium	Sr	38	87·62
Sulphur	S	16	32·064
Tantalum	Ta	73	180·948
Technetium	Tc	43	[97]
Tellurium	Te	52	127·60
Terbium	Tb	65	158·924
Thallium	Tl	81	204·37
Thorium	Th	90	232·038
Thulium	Tm	69	168·934
Tin	Sn	50	118·69
Titanium	Ti	22	47·90
Tungsten	W	74	183·85
Uranium	U	92	238·03
Vanadium	V	23	50·942
Wolfram (Tungsten)	W	74	183·85
Xenon	Xe	54	131·30
Ytterbium	Yb	70	173·04
Yttrium	Y	39	88·905
Zinc	Zn	30	65·37
Zirconium	Zr	40	91·22

لیستی سەرچاوەكان

1. *Physics for Scientists. and Engineers* — *Douglas C. Giancoli*
2. *Colleges Physics* — *Weber/manning/White/ Weygand*
3. *Modern College Physics* — *Harvey E. White*
4. *College Physic* — *Sears/Zemansky/ Young*
5. *Physics* — *Akril, Bennet and Millar*
6. فیزیا بۆ پۆلی چوارەمی گشتی. لیژنەیەك لە وەزارەتی پەروەردە، وەرگێرانی بۆ كوردی: نوری عارف قەرەداغی، ناجیە إبراهیم سعید، نوزاد عمر محی الدین، ء. علی توفیق قادر.

فهرست



سیفەتەکانی
مـــادده

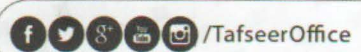
ئەمە کتێبێکی زانستی فیزیایە، لەسەر سیفەتەکانی مادده دەدوێ. ئاستە زانستییەکەی: بۆ قوتابیانی ئامادەیی و قۆناغی یەکەم و دووەمی کۆلیژ و پەیمانگە زانستیەکان دەگونجێت، هەروەها مامۆستایانی زانست سوودی لێوەردەگرن وە پێداویستیەکانی هەوادارانی زانستەکان دابین داکات.

ئەم کتێبە لە شەش بەش پێکهاتوە، بەزمانێکی سادەو سوك داڕێژراوە، چەندەها وێنەو گرافی رونکردنەوەی تێدایە، نزیکی (٤٠) نمونەی شیکار کراو و (١٠٠) پرسیارو (١٢٠) ڕاهێنانی لەگەڵدایە.

هیوادارم هەوڵبدەن ئەم کتێبەتان دەستکەوێت سود و چێژی لێوەرگرن، کتێبخانە قەشەنگەکانی ماڵەوەتان بەم کتێبە زیاتر برازێننەوە.



نوسینگەی تەفسیر
بۆ بڵاوکردنەوەو ڕاگەیاندن
هەولێر - شەقامی دادگا - ژێر هوتێلی شیرین پاڵاس
+964 750 818 08 66
www.al-tafseer.com
tafseeroffice@yahoo.com



15.000 دینار